MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES PRÉHISTORIQUES

THÈSE

Présentée à l'Institut de Paléontologie Humaine
pour obtenir le grade de

DOCTEUR DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Spécialité : Paléontologie Humaine

Par

Florent DÉTROIT

Origine et évolution des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : Descriptions et analyses morphométriques de nouveaux fossiles

soutenue le samedi 21 décembre 2002

devant la commission composée de :

Président : Henry de LUMLEY, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

Rapporteurs : Anne –Marie TILLIER, Directeur de Recherches au C. N. R. S.

Harry WIDIANTO, Centre de la Recherche Archéologique d'Indonésie, Yogyakarta

Examinateurs : Dominique GRIMAUD-HERVÉ, Maître de Conférence au Muséum National d'Histoire Naturelle

Marie-Antoinette de LUMLEY, Directeur de Recherches au C. N. R. S.

François SÉMAH, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle

Frédérique VALENTIN, Chargée de Recherches au C. N. R. S.

Remerciements

Ce travail n'aurait pu être mené à son terme sans l'accueil, l'encadrement, la collaboration et les encouragements de nombreuses personnes à qui j'ai plaisir de rendre hommage ici, à commencer par celles qui ont bien voulu faire partie du jury.

Il y a quelques années déjà, Henry de Lumley, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, m'a accueilli au sein du DEA Quaternaire : Géologie, Paléontologie humaine, Préhistoire à l'Institut de Paléontologie Humaine marquant le début de cette recherche, qu'il en soit ici vivement remercié.

Dominique Grimaud-Hervé, Maître de conférence au Muséum National d'Histoire Naturelle, a été bien plus qu'une directrice de thèse tout au long de ces années passées trop rapidement. Pour avoir su être à l'écoute quotidienne de mes tourments de jeune chercheur, pour avoir été disponible pour nos nombreuses discussions, pour m'avoir toujours interdit de tomber dans une certaine facilité scientifique qui aurait été néfaste à ce mémoire, je lui exprime ma plus profonde reconnaissance.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à Marie-Antoinette de Lumley, Directeur de recherches au C.N.R.S., pour son accueil au sein de l'équipe de Paléoanthropologie et pour l'intérêt qu'elle a toujours manifesté pour mon travail.

François Sémah, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle, est en grande partie responsable de ma passion sans cesse grandissante pour l'Asie du Sud-Est et plus particulièrement envers ses hommes, oserais-je dire « actuels ou fossiles ». Il me serait impossible d'exprimer en ces quelques lignes tout ce que je lui dois, de l'apprentissage d'un terrain qui m'était alors inconnu jusqu'à la rigueur de ses relectures. Je me limiterai donc à un simple mais sincère merci.

Anne-Marie Tillier, Directeur de recherches au C.N.R.S., m'a fait part à plusieurs reprises de son intérêt, de ses encouragements et de ses conseils pour mener à bien et présenter « avec plus de dynamisme » mes travaux de recherche qu'elle accepte en cette occasion de juger, qu'elle en soit ici profondément remerciée.

Je souhaite remercier vivement Frédérique Valentin, Chargée de recherches au C.N.R.S., qui a su guider mes premiers pas dans le monde de la paléontologie humaine et attirer mon attention vers les populations du Pacifique dont les relations avec les hommes d'Asie du Sud-Est constituent à n'en point douter une problématique des plus passionnantes.

Enfin Harry Widianto, responsable du centre de Yogyakarta (Indonésie) du *Pusat Penelitian Arkeologi*, a été un artisan majeur dans la réalisation de ce travail par sa connaissance du terrain et de la paléoanthropologie indonésienne mais aussi par son accueil, son accompagnement et ses encouragements indéfectibles lors de chacune de nos rencontres. J'espère que ce travail répondra à ses attentes et je le remercie chaleureusement d'avoir accepté d'en être rapporteur.

Bien sûr, ce travail ne serait resté qu'une tentative abstraite et vaine sans l'étude et l'analyse des fossiles. Pour leur accueil et leurs conseils, de nombreux chercheurs doivent être remerciés.

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Harry T. Simanjuntak (*Pusat Penelitian Arkeologi*, Jakarta), responsable de nombreuses fouilles systématiques entreprises ces dernières années sur l'île de Java. Sans son dynamisme et sa confiance, ce mémoire aurait été bien maigre tant l'importance des découvertes effectuées sous son impulsion est grande.

Le Professeur T. Jacob m'a accueilli à plusieurs reprises au sein du Laboratoire d'Anthropologie de l'*Universitas Gajah Mada* (Yogyakarta) et je ne saurais exprimer ici combien ses connaissances et sa confiance m'ont été précieuses. Pour leur collaboration, leur aide et leur accueil dans leurs laboratoires lors de mes séjours en Indonésie, je remercie vivement H. Sukandar (*Pusat Penelitian Arkeologi*, Jakarta) ; E. Indriatti (*Universitas Gajah Mada*, Yogyakarta) ; Imawan (*Empu Tantular Museum*, Surabaya) et Y. Zaim (*Institut Teknologi*, Bandung).

S. Pookajorn (*Silpakorn University*, Bangkok), Eusebio « Bong » Dizon et Wilfredo Ronquillo (*National Museum of the Philippines*, Manila) m'ont témoigné d'une réelle confiance en me permettant

d'étudier les restes fossiles conservés sous leur responsabilité. J'espère que ce travail viendra encore renforcer ces collaborations dynamiques.

J. de Vos (*Nationaal Natuurhistorisch Museum*, Leiden) ; D. Bulbeck, M. Spriggs et S. O'Connor (*ANU*, Canberra) ; A. Langaney, Ph. Mennecier, S. Jousse, F. Demeter et A. Chech (Laboratoire d'Anthropologie Biologique, MNHN) ; D. Robineau et F. Renoult (Laboratoire d'Anatomie Comparée, MNHN) ont aussi contribué à ce travail en me permettant ou me facilitant l'accès à plusieurs des spécimens étudiés.

A.M. Sémah a grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire, notamment par ses relectures et nombreuses discussions. Pour m'avoir fait partager sa grande connaissance du terrain, et plus particulièrement du paléo-environnement de Java, je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude.

Pour leur aide, leurs conseils et échanges scientifiques fructueux je voudrais aussi remercier J.J. Bahain, P. Brown, M. Caparros, B. Deniaux, C. Falguères, H. Forestier, C. Groves, F. Marchal, A.M. Moigne et V. Zeitoun.

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans l'aide précieuse de Patrick puis de Olivier qui lui a succédé dans la merveilleuse bibliothèque de l'IPH, ainsi que de Marie-Thérèse, Michèle, Patrick, Florence et Tiana. M. Tavoso a également facilité une partie de ce travail par son accueil à Marseille.

Pour les formidables séjours de terrain en Indonésie, mes pensées vont tout spécialement à Dubel (« *ketua tim* »), Ngadiran et Dayat (pour les dessins de certaines pièces) ainsi qu'à mes compagnons étudiants-chercheurs Magali, Sébastien et Xavier et surtout Kasman et Budiman, d'un soutien et d'un enthousiasme sans faille.

Ce travail est aussi le fruit de nombreuses années d'études universitaires pendant lesquelles mes passions paléontologiques n'ont cessé de grandir. A ce titre je tiens à remercier très sincèrement tous mes professeurs du Centre des Sciences de la Terre de l'Université de Bourgogne (Dijon) et plus particulièrement Didier Marchand, en grande partie responsable de mon intérêt envers ces animaux fossiles particuliers que sont les hominidés, ainsi que B. David et B. Laurin sans qui je n'aurais certainement jamais perçu l'intérêt réel de la morphométrie en Paléontologie.

Je n'oublie pas mes fidèles amis depuis cette époque, devenus géologues, paléontologues ou ayant exploré d'autres voies. Mon compère Julien (nos débats paléontologiques sont loin d'être finis !), Isa, Vivi, Thomas, Elodie, Audrey, Benoît, Tonio, Eric, Pierre-Yves, Anne-Laure, Loïc, Jujubel, Philippe (les deux), P'tite Flo, P'tit Pierre, Béné, Grand-Dave, Brahim (vilvil)… je n'en serais pas là aujourd'hui sans vous.

Je dois aussi beaucoup à tous ceux qui me supportent (les jours de « bons » mots ou d'humeur narquoise), m'encouragent ou animent ces longues discussions, parfois sérieuses, qui soudent des amitiés sans faille : tous mes collègues paléoanthropologues, avec mention spéciale à Estelle, Jean Luc, Jean Jacques et Alex ; ainsi que Adeline, Alex, Céline, Claire, Delphine, Hélène, Marine, Miassa, Sophie et bien sûr Gema ; Bernard, Beber, Daoud, Juju, Michel, Pierre, Rodger, Tristan, Vincent, Xavier… en m'excusant d'avance pour les oublis inévitables.

Enfin, je finirai en paléontologue, par mes racines : ma famille (au sens large) à qui, bien évidemment, je dois tout. Je vous remercie tous ici du fond du cœur pour votre support, votre soutien et vos encouragements de chaque instant, sans lesquels cette aventure n'aurait pas eu lieu.

« […] cela veut dire qu'on peut regarder une pièce d'un puzzle pendant trois jours et croire tout savoir de sa configuration et de sa couleur sans avoir le moins du monde avancé : seule compte la possibilité de relier cette pièce à d'autres pièces […] ; elle est seulement question impossible, défi opaque ; mais à peine a-t-on réussi, au terme de plusieurs minutes d'essais et d'erreurs, ou en une demi-seconde prodigieusement inspirée, à la connecter à l'une de ses voisines, que la pièce disparaît, cesse d'exister en tant que pièce […] : les deux pièces miraculeusement réunies n'en font plus qu'une, à son tour source d'erreur, d'hésitation, de désarroi et d'attente.»

Georges Perec (1978) *La vie mode d'emploi*

Sommaire

Introduction

Chapitre 1 L'Asie du Sud-Est : terres et hommes

1. L'Asie du Sud-Est d'hier à aujourd'hui
2. Les hommes en Asie du Sud-Est

Chapitre 2 *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est : nouvelles descriptions

1. La grotte de Moh Khiew (Thaïlande)
2. La grotte de Tabon (Palawan, Philippines)
3. Les sites de Java Est

Chapitre 3 Analyse Morphométrique des *Homo sapiens* Fossiles

1. Introduction
2. Matériel
3. Méthodes
4. Analyses

Chapitre 4 Evolution des conformations crâniennes depuis le Pléistocène inférieur

1. Introduction
2. Apports des méthodes de la morphométrie géométrique, quelques rappels
3. Méthodes
4. Matériel
5. Analyse de la calotte crânienne complète
6. Analyses de portions limitées de la calotte crânienne

Chapitre 5 Synthèse et conclusion générale

1. L'origine des premiers *Homo sapiens* en Asie-océanie
2. Les *Homo sapiens* fossiles en Asie-Océanie
3. Conclusion générale : une histoire des peuplements humains en Asie du Sud-Est

Références bibliographiques

Table des matières

Annexes

INTRODUCTION

Les hominidés fossiles sud-est asiatiques se situent au cœur de nombreuses problématiques paléoanthropologiques, à l'échelle régionale comme à l'échelle mondiale. L'Asie du Sud-Est, véritable mosaïque de terres et de mers à l'intersection de plusieurs ensembles bio-géographiques, est selon toute évidence habitée par les hominidés depuis sans doute 1,5 million d'années (Sémah F., 1986 ; Swisher *et al.*, 1994 ; Sémah F. *et al.*, 2002). Bien qu'en marge du berceau africain des plus anciens hominidés, cette région a occupé pendant longtemps une place centrale dans une science naissante : la paléoanthropologie.

Brève histoire de la paléoanthropologie en Asie du Sud-Est

Tandis qu'en 1859 C. Darwin proposait son *Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle* à la communauté scientifique européenne (Darwin, 1859), A.R. Wallace poursuivait son exploration du *Malay Archipelago*, « le pays de l'orang-outan et de l'oiseau de paradis » (de 1854 à 1862). Au cours de ce voyage, il avait lui aussi atteint des conclusions très proches de celles de Darwin sur la sélection naturelle, mécanisme majeur de l'évolution du monde vivant. Mais il en rapporta également le sentiment que si les ancêtres de l'homme avaient existé (il refusait cependant d'appliquer la sélection naturelle à leur évolution : Mayr, 1982 ; Gould, 1990), il fallait peut-être rechercher leurs traces dans les innombrables grottes des grandes îles indonésiennes (Wallace, 1869). Cette conviction était partagée, entre autres, par E. Haeckel, inventeur au même moment d'un hypothétique *Pithecanthropus alalus* (Haeckel, 1868). Une vingtaine d'années plus tard, E. Dubois mit au jour à Java la fameuse calotte crânienne de Trinil, holotype de l'espèce *Homo erectus* (*Pithecanthropus erectus* Dubois, 1894 ou éventuellement *Anthropopithecus erectus* si la diagnose proposée par Dubois en 1892 est acceptable : voir Zeitoun, 2000 et Wood & Richmond 2000, ainsi que Groves, 1989b).

Mais l'histoire de la paléoanthropologie en Asie du Sud-Est, et plus précisément à Java, avait déjà débuté en 1888 avec la découverte d'un crâne d'*Homo sapiens* fossile à Wajak (dans la région de Tulungagung). Attiré depuis Sumatra par cette découverte, Dubois gagna l'île de Java et mit tous ses efforts dans la recherche de fossiles humains bien plus anciens que cet *Homo wadjakensis* (Dubois, 1920a, synonyme *Homo sapiens*).

Jusqu'à aujourd'hui, le registre fossile humain en Asie du Sud-Est reste pratiquement scindé en deux parties faisant l'objet d'une attention inégale. Les hominidés anciens, encore

largement méconnus dans la partie continentale de la région, ont été découverts en grand nombre dans les gisements fossilifères javanais. Des *Homo sapiens* de la fin du Pléistocène supérieur et du début de l'Holocène ont également été mis au jour, principalement lors de fouilles de grottes et abris-sous-roche effectuées dans la première moitié du XXème siècle. Les contextes stratigraphiques et archéologiques fragmentaires de ces fossiles laissent encore aujourd'hui de nombreuses questions en suspens sur leur place dans l'histoire évolutive des *Homo sapiens* de cette région (Jacob, 1967 et voir Storm, 1995 pour une analyse récente des restes humains de Wajak).

Les descriptions et les analyses présentées dans ce travail, de plusieurs *Homo sapiens* fossiles mis au jour lors de fouilles systématiques récentes, visent à combler tant que possible d'importantes lacunes dans la connaissance de la morphologie mais aussi des pratiques culturelles (funéraires) associées à ces hommes fossiles en Asie du Sud-Est.

Origine et évolution des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : état de la question

Un hiatus chronologique persiste en Asie du Sud-Est entre les derniers *Homo erectus* et les plus anciens *Homo sapiens*. Les fossiles de Wajak, dont l'âge fût longtemps estimé à plus de 40 000 ans, ne sont vraisemblablement pas plus vieux que 6 à 10 000 ans BP (Shutler, 1995 ; Storm, 1995). Le petit crâne de Niah (Sarawak, Malaisie) et plus encore les restes fossiles de Tabon (Palawan, Philippines), parmi les plus anciens restes connus en Asie du Sud-Est, n'ont jamais été datés ni décrits en totalité. Les fossiles de Tabon font l'objet d'une étude exhaustive dans ce travail, plus de trente ans après leur découverte.

Deux hypothèses évolutives contradictoires ont été formulées pour expliquer l'origine des premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes de la région. Le premier modèle suppose l'arrivée relativement récente des hommes modernes, remplaçant complètement d'éventuelles populations archaïques encore présentes. Le second modèle propose en revanche une filiation directe entre les derniers *Homo erectus* et les premiers *Homo sapiens* de la région. Cependant, ces hypothèses sont délicates à tester en l'absence de fossiles pour la période intermédiaire entre *H. erectus* et *H. sapiens* en Asie du Sud-Est. Deux morphologies, l'une gracile et l'autre robuste, peuvent être distinguées au sein du registre fossile des *Homo sapiens* australiens. Ces morphologies sont interprétées dans chacun des deux modèles comme les extrêmes d'une seule paléo-population très variable ou, alternativement, comme le résultat de deux vagues de migrations majeures : l'une d'*Homo sapiens* anatomiquement modernes et l'autre issue des derniers *Homo erectus* javanais.

Les datations directes effectuées ces dix dernières années sur ces fossiles rendent ce débat plus complexe encore. L'âge des hominidés de Ngandong (Indonésie) pourrait être situé autour de 100 000 ans BP, voire encore plus jeune (50 à 25 000 ans : Swisher *et al.*, 1996). L'individu 3 de Lake Mungo (Australie) a été daté à environ 60 000 ans BP (Thorne *et al.*, 1999 ; Grün *et al.*, 2000 mais voir Gillespie & Roberts, 2000), or il fait partie des individus australiens graciles. Les individus robustes (Cohuna, Kow Swamp) sont bien plus récents avec un âge compris entre 13 et 9 000 ans BP (Brown, 1989 & 1992).

Les nombreux fossiles de la fin du Pléistocène supérieur et du début de l'Holocène mis au jour récemment en Asie du Sud-Est continentale, mais aussi et surtout insulaire, occupent donc une place très importante dans cette problématique. La description complète de ces restes humains inédits est proposée dans la partie centrale de ce travail. Mettant à profit le temps passé à fouiller, reconstruire et étudier ces *Homo sapiens*, un maximum de données de terrain et de laboratoire utiles à la connaissance exhaustive de ces fossiles sont présentées.

Il était ensuite nécessaire de faire un point le plus complet possible sur les affinités morphologiques de tous ces restes humains dans un cadre comparatif large. Deux questions ont alors été posées :

- Quelle est la nature exacte des ressemblances partagées par ces fossiles et les derniers *Homo erectus* asiatiques ?
- Comment ont évolué les *Homo sapiens* d'Asie du Sud-Est au cours du Pléistocène supérieur et de l'Holocène ?

Ces deux interrogations, correspondant à l'origine puis à l'histoire évolutive des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est, soulèvent la question de l'importance relative des mécanismes d'évolutions locales par rapport aux événements de migration, hybridation et remplacement de populations dans un contexte paléo-environnemental complexe et changeant.

Le cadre d'étude

Paléobiogéographie et paléoenvironnements d'Asie du Sud-Est

Comme aimait à le répéter le Professeur H. Tintant, « l'homme est certainement l'animal le plus anti-écologique vivant sur cette planête ». L'homme présente en effet la particularité qu'il est devenu capable au cours du temps de « s'adapter » à presque tous les milieux de vie sur terre. L'étude des hominidés fossiles d'Asie du Sud-Est ne peut être entreprise sans essayer de connaître au mieux les caractéristiques paléobiogéographiques et paléoenvironnementales de cette région particulière, formant la transition entre deux masses

continentales. L'ancien monde est habité par l'homme et ses ancêtres depuis plusieurs millions d'années tandis que la conquête du continent australien s'est produite plus récemment, lorsque les hommes ont été capables d'emprunter des voies maritimes. Mais les auteurs et les modalités de ces premières navigations à travers l'Asie du Sud-Est sont encore largement méconnus.

Au cours du Pléistocène et de l'Holocène, le milieu de vie des hominidés sud-est asiatiques a connu de nombreux changements, parfois drastiques. La morphologie des terres émergées, le climat, la faune et la flore sont autant de paramètres avec lesquels l'homme est en interaction constante. Le rôle de ces facteurs environnementaux sur la dispersion et l'évolution des populations humaines au cours du temps est évalué dans le premier chapitre par l'examen et la discussion des hypothèses paléoenvironnementales les mieux étayées par les données de terrain.

Les hommes en Asie du Sud-Est

Le registre fossile sud-est asiatique occupe une place privilégiée dans le débat sur l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes. Nous avons donc tenté, dans la seconde partie du premier chapitre, de présenter ce débat en nous appuyant sur les principaux fossiles impliqués et en rappelant les questions restées en suspens pertinentes pour notre étude.

Après la présentation de quelques données relatives aux derniers groupes de chasseurs-cueilleurs encore présents en Asie du Sud-Est, nous mentionerons les principaux *Homo sapiens* fossiles mis au jour dans la région avant ce travail. Les hypothèses majeures sur l'évolution récente (fin du Pléistocène et Holocène) de ces hominidés sont également discutées, dans le cadre plus général du débat récent sur l'expansion des « Austronésiens » et l'origine des premiers Polynésiens. La question centrale est de comprendre si l'Asie du Sud-Est était un carrefour de migrations humaines entre l'Asie, l'Australie et les îles plus lointaines du Pacifique ou plus simplement une zone de passages plus rares et espacés dans le temps.

***Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est : nouvelles descriptions**

La description exhaustive des nouveaux *Homo sapiens* fossiles mis au jour en Asie du Sud-Est que nous avons eu l'opportunité d'étudier est présentée dans le deuxième chapitre. Le contexte général (caractéristiques du site) et particulier (niveau archéologique et

éventuellement contexte funéraire) est détaillé pour chacun des fossiles étudiés. Pour nous donner les moyens de mener à terme le travail proposé ici, nous avons choisi de consacrer beaucoup de temps au terrain, participant à la mise au jour et à la fouille de certains spécimens. En conséquence, la description du contexte archéologique associé et plus particulièrement des sépultures se veut donc être la plus exhaustive possible.

Concernant les ossements humains, notre attention s'est tout particulièrement portée sur les restes cranio-dentaires, généralement mieux conservés et surtout permettant de plus amples comparaisons avec les découvertes antérieures que les os post-crâniens. Nous avons effectué la plupart des restaurations et des reconstructions des fossiles présentés dans ce travail. Ces étapes sont détaillées puisque le résultat comporte une part de subjectivité, engageant nos propres appréciations de certains fossiles. Dans cet esprit, nous nous sommes efforcés de présenter les études descriptive et métrique de façon telle qu'elles puissent être utilisées au mieux dans de futurs travaux.

Dans la mesure du possible, une détermination du sexe et de l'âge individuel est proposée pour chaque spécimen. Ces propositions ont une valeur relative, utile à la comparaison de ces individus entre eux, et non une valeur absolue (« sexe et âge vrais »). Le pelvis étant rarement bien conservé, la détermination du sexe a été effectuée d'après l'observation des caractères sexuels secondaires crâniens. De même que les âges dentaires estimés (d'après les tables d'usures dentaires proposées par White, 1991), ces hypothèses doivent être considérées avec précaution en l'absence de repère sur la variabilité de la – ou les – population d'origine des fossiles décrits.

Analyses morphométriques des *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est

La seconde partie principale de ce travail est une tentative d'analyse morphométrique des nouveaux fossiles dans un contexte spatio-temporel plus large. Les analyses multivariées présentées dans le troisième chapitre sont dites « traditionnelles » par rapport aux analyses Procrustes (morphométrie géométrique en trois dimensions) proposées dans un second temps. Les mesures linéaires, en deux dimensions, relevées lors de l'étude des fossiles sont utilisées pour mettre en évidence la variabilité et les affinités morphométriques de ces *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est avec d'autres spécimens mis au jour en Asie de l'Est, en Australie et dans certaines îles du Pacifique. Nous tentons d'apporter dans cette partie de notre travail une réponse à la seconde question posée, à savoir l'évolution récente des *Homo sapiens* en Asie-Pacifique. Nous cherchons en particulier à caractériser la morphologie de ces

hommes modernes en termes de dimensions crâniennes, mandibulaires et dentaires relatives (proportions) et absolues (taille générale).

Plusieurs auteurs (Groves, 1989a ; Brown, 1992 ; Lahr, 1996) ont affirmé qu'il n'était pas possible de défendre un lien de parenté entre les derniers *Homo erectus* indonésiens et les *Homo sapiens* fossiles australiens sur la base de la conservation chez ces derniers de caractères plésiomorphes (dans un état primitif). Cependant, de nombreuses discussions se poursuivent sur le thème de la ressemblance globale des architectures crâniennes entre ces fossiles (calottes crâniennes de grandes dimensions, basses et allongées, frontal fuyant, largeur crânienne maximale en position basse : Wolpoff *et al.*, 1988 ; Stringer, 1998 ; Neves *et al.*, 1999 ; Hawks *et al.*, 2000). L'hypothèse d'une filiation entre ces hominidés fossiles est ici testée au moyen des puissantes méthodes analytiques et descriptives de la morphométrie géométrique. Ces méthodes relativement récentes de superposition Procrustes permettent d'étudier de façon rigoureuse et géométrique l'évolution de la conformation crânienne des hominidés, indépendamment de la taille. Les *Homo sapiens* fossiles d'Asie de l'Est, du Sud-Est et d'Australie sont ainsi comparés avec les hominidés plus anciens mis au jour dans ces régions (*Homo erectus*), dans un cadre d'étude plus général incluant une série d'hominidés fossiles africains de référence, des *Homo habilis* aux premiers *Homo sapiens* fossiles anatomiquement modernes. Le « *tempo* et le mode » des changements de conformations qui ont abouti aux architectures crâniennes anatomiquement modernes sont mis en évidence et le statut taxinomique et phylogénétique des derniers *Homo erectus* d'Indonésie et des *Homo sapiens* archaïques de Chine est discuté.

Nous tenterons enfin de proposer une – ou plusieurs – hypothèses sur l'histoire des peuplements humains en Asie du Sud-Est par la synthèse de nos résultats.

Chapitre 1 L'ASIE DU SUD-EST : TERRES ET HOMMES

1. L'ASIE DU SUD-EST D'HIER A AUJOURD'HUI

1.1. Présentation géologique et géographique

1.1.1. Limites et contours actuels

L'Asie du Sud-Est actuelle constitue une véritable mosaïque de mers et de terres émergées couvrant plus de 5 000 km d'ouest en est et plus de 4 000 km du nord au sud (Figure 1 p.14). Aujourd'hui, deux grands domaines géographiques se succèdent dans cette région : une partie continentale comprenant la Chine du sud (au sud du Yangtze), la Birmanie, le Vietnam, le Laos, le Cambodge, la Thaïlande et la Malaisie péninsulaire ; puis une partie insulaire composée des Philippines et de l'Indonésie ainsi que les régions non-indonésiennes des îles de Bornéo et de Nouvelle-Guinée.

Les paysages terrestres et marins y sont très variés. En Asie du Sud-Est, se côtoient des zones montagneuses (volcans et hauts plateaux) et des plaines ; des îles minuscules et gigantesques (les îles de Nouvelle-Guinée et de Bornéo couvrent respectivement des surfaces de 805 000 et 746 000 km^2) ; et bien sûr des côtes marines très étendues. Les mers sont également très diverses, de mers pelliculaires (mers de Chine du Sud et de Java) à des mers très profondes (fosses de l'océan indien le long de la côte sud de Java, mers de Sulu et de Banda).

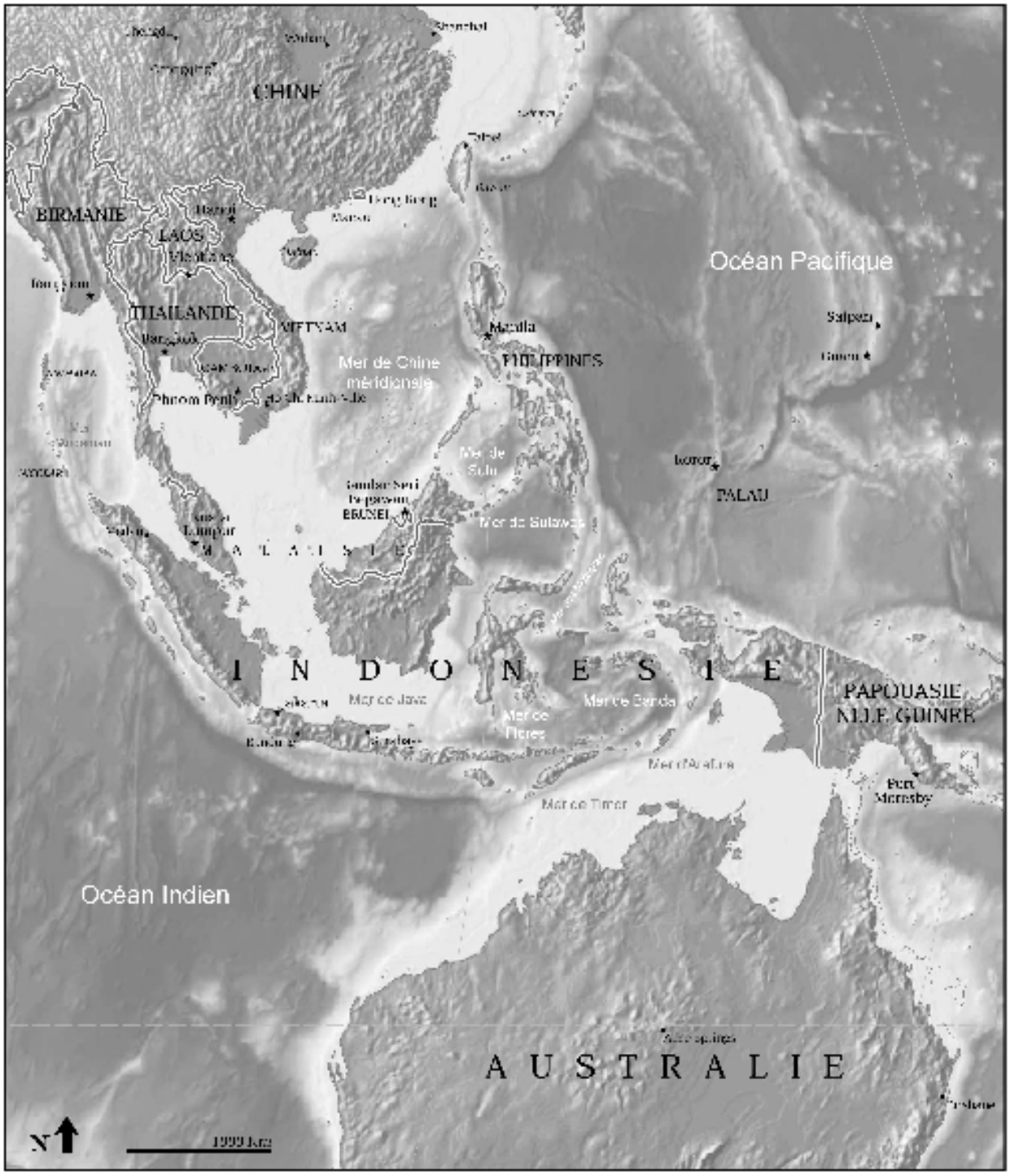


Figure 1. Géographie physique et administrative actuelle de l'Asie du Sud-Est et du nord de l'Australie (fond de carte : *University of Texas* http://www.lib.utexas.edu/maps/)

1.1.2. Histoire géologique

La préhistoire de l'Asie du Sud-Est ne peut être envisagée sans se référer à l'histoire géologique de cette région. La juxtaposition remarquable de deux continents (Asie et

Australie) et d'une multitude d'îles (les archipels indonésiens, philippins et mélanésiens) visible aujourd'hui dans cette partie du globe est le résultat d'événements géologiques successifs complexes dont la synthèse est encore à l'heure actuelle partielle et débattue (Hutchison, 1989 ; Meyerhoff, 1995 ; Wilson & Moss, 1999).

En effet, trois plaques tectoniques majeures se rencontrent en cet endroit. Il s'agit des plaques Eurasie au nord-ouest, Pacifique au nord-est et Inde-Australie au sud (Figure 2 p.16). Au point triple de ces trois entités principales se trouvent également des plaques moins étendues géographiquement mais qui ont joué des rôles majeurs, notamment dans la formation de l'archipel philippin et de la Nouvelle-Guinée (plaques Philippine et Caroline). Par l'intermédiaire d'événements tectoniques et sédimentaires visibles en surface, le jeu de ces plaques, parmi les plus actives du globe, a donné naissance à trois grandes zones structurales : la plate-forme de la Sonde, la zone de Wallace et la plate-forme de Sahul (Figure 3 p.17). Ces trois ensembles ont eu des histoires paléo-biogéographiques singulières mais intimement liées au cours du temps, qui peuvent en partie aider à expliquer pourquoi leur colonisation par l'homme (genre *Homo*) s'est produite à des vitesses et selon des modalités particulières à chaque ensemble.

a. La plate-forme de la Sonde

Le premier ensemble, la plate-forme de la Sonde, est le prolongement vers le sud-est du vaste continent asiatique. L'extrémité de ce plateau, dont la majeure partie est aujourd'hui submergée par les mers de Chine et de Java, comprend principalement la péninsule malaise, Sumatra, Java et Bornéo. Il s'étend vers l'est jusqu'à l'île de Bali.

La bordure méridionale du plateau de la Sonde est marquée par l'arc volcanique indonésien, résultant de la subduction de la plaque Indo-Australienne sous la plaque Eurasienne. Ces volcans, très actifs au Pléistocène et à l'Holocène, ont joué un rôle primordial dans le façonnage des paysages indonésiens dans lesquels ont évolué les hommes, des premiers *Homo erectus* jusqu'aux *Homo sapiens* actuels. En revanche, l'île de Bornéo ne présente pas de volcanisme actif, sa moitié occidentale peut être considérée comme l'extrémité émergée du socle continental asiatique (Wilson & Moss, 1999)

Cette vaste plate-forme de plus de 2 millions de km^2 a été exondée de façon répétée pendant le Pléistocène, lors des périodes de bas niveaux marins. A plusieurs reprises, les ponts terrestres ainsi formés ont permis le passage des faunes (dont les *Homo erectus*) du continent asiatique aux îles actuelles d'Indonésie.

La limite orientale du plateau de la Sonde est surlignée par la ligne de Huxley (il s'agit en fait de la ligne biogéographique de Wallace, modifiée par Huxley) qui passe entre Bali et Lombok, entre Bornéo et Sulawesi (Célèbes) et entre l'île de Palawan et le reste de l'archipel philippin (Wallace, 1869 ; Mayr, 1944 ; Simpson, 1977 ; van den Bergh, 1999). Le rattachement effectif de Palawan à la plate-forme reste toutefois incertain. En effet, il n'est pas sûr que les plus forts abaissements marins du Pléistocène et de l'Holocène aient été suffisants pour assécher le bras de mer du Détroit de Balabac (*cf.* Heaney, 1985). Ce point sera discuté plus en détail dans le chapitre suivant.

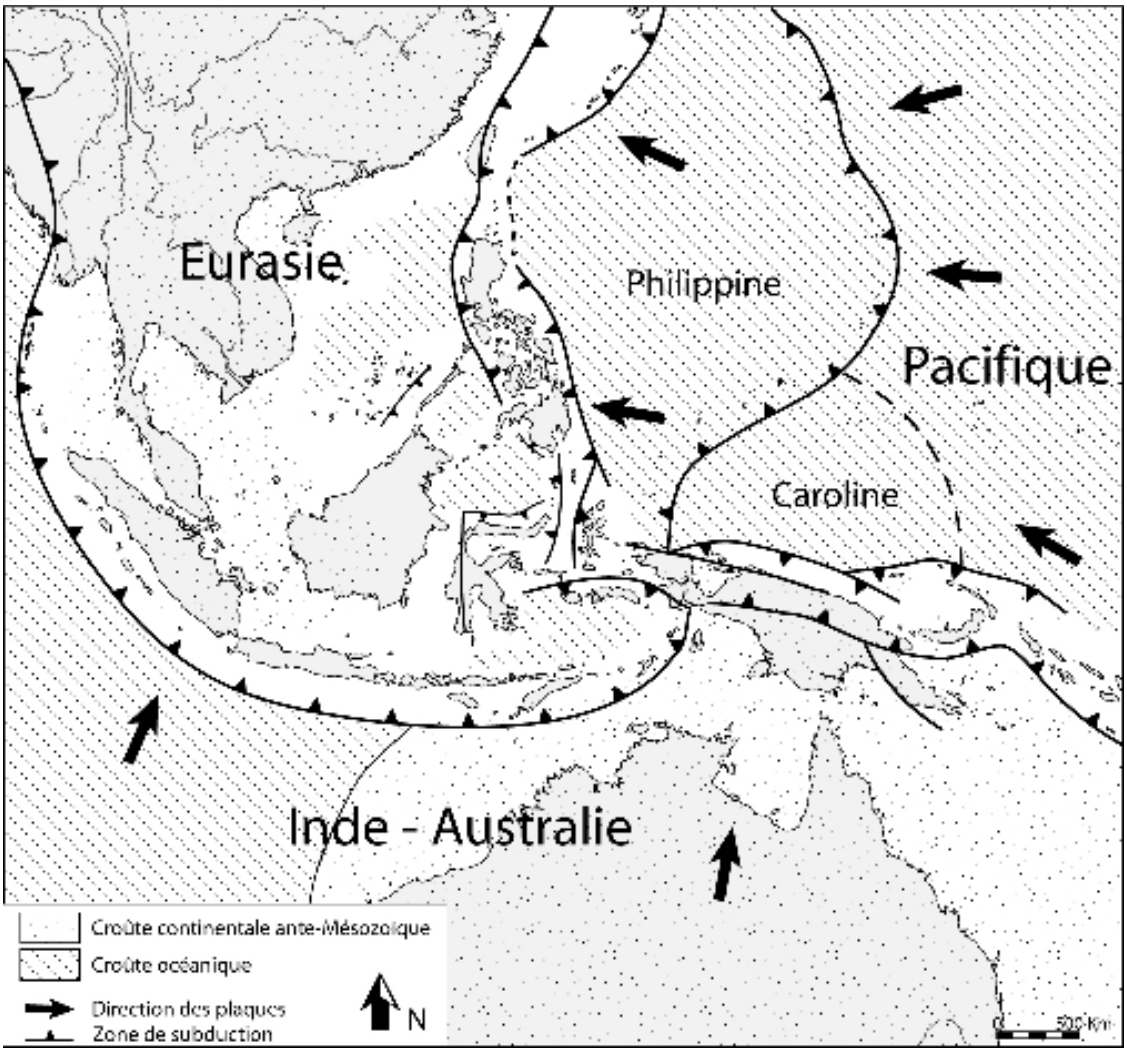


Figure 2. Plaques tectoniques et principales zones de subduction en Asie du Sud-Est et Océanie de l'ouest (d'après Hutchison, 1989 ; Meyerhoff, 1995 ; Wilson & Moss, 1999)

b. La plate-forme de Sahul

La seconde entité continentale de la région, la plate-forme de Sahul, comprend l'Australie, la Papouasie Nouvelle-Guinée et la Tasmanie. Le socle australien, d'origine très

ancienne, est un fragment du continent du Gondwana dont l'histoire géologique quaternaire semble avoir été beaucoup plus calme que celle de la plate-forme de la Sonde. Cependant, le nord de la plate-forme de Sahul est encore le siège de volcanisme et d'une importante activité sismique, comme l'atteste le tsunami qui a dévasté la côte nord de la Nouvelle-Guinée le 17 juillet 1998.

Les zones de terres émergées lors des périodes de bas niveau marin ont permis aux faunes (dont les hommes à partir du Pléistocène supérieur) de circuler facilement entre l'Australie, la Nouvelle Guinée et la Tasmanie.

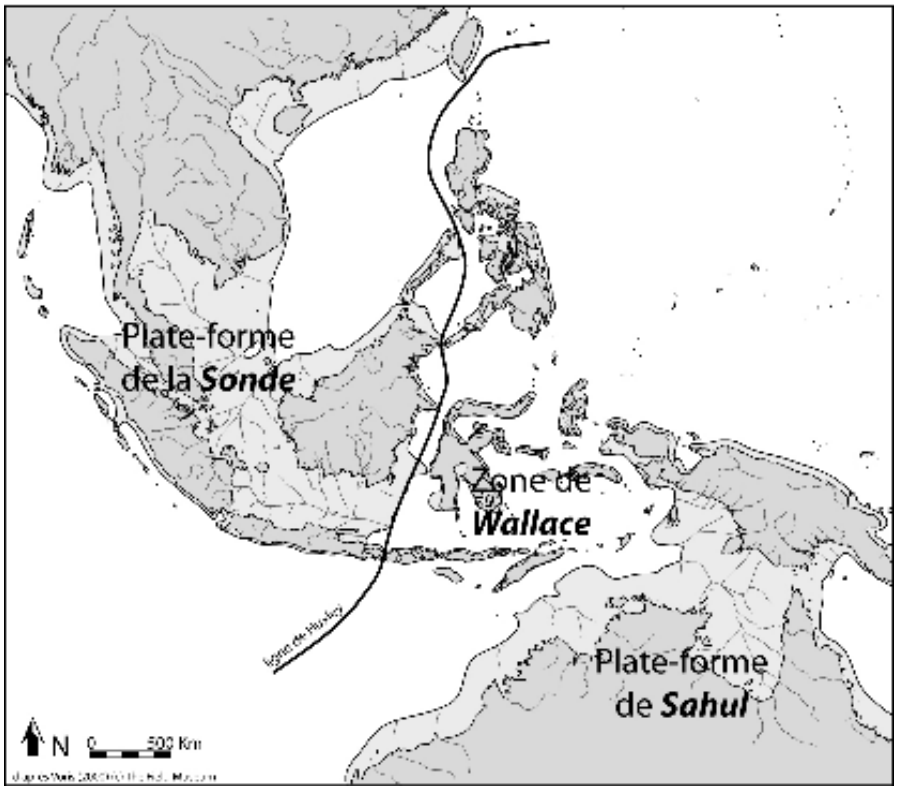


Figure 3. Les trois grandes zones paléo-biogéographiques d'Asie du Sud-Est avec un abaissement d'environ 100 m du niveau marin ; la « ligne de Huxley » est la ligne de Wallace modifiée par Huxley (d'après Voris, 2000)

c. La zone de Wallace (Wallacea)

La zone de Wallace est une bande d'environ 1 000 à 1 500 km de largeur séparant les deux ensembles continentaux de la Sonde et de Sahul. Elle a été initialement définie comme une zone biogéographique délimitée à l'ouest par la ligne de Huxley et à l'est par la ligne de Weber ou la ligne de Lydekker. Les subdivisions et les limites de cette zone ont été

abondamment discutées de la fin du XIXème siècle aux années 1970, pour aboutir à la conclusion qu'il n'était finalement pas possible de tracer une seule ligne séparant les faunes asiatiques des faunes australiennes (voir par exemple Wallace, 1860 ; Huxley, 1868 ; Wallace, 1869 ; Mayr, 1944 ; Simpson, 1977). Nous adopterons ici pour plus de simplicité la définition légèrement modifiée par Bellwood (1997) incluant toutes les îles situées entre les plates-formes de la Sonde et de Sahul.

Cette zone ne possède pas réellement d'unité structurale (Hutchison, 1989 ; Meyerhoff, 1995 ; Honthaas *et al.*, 1997 ; Holloway & Hall, 1998 ; Wilson & Moss, 1999). Au sud, elle est formée d'îles volcaniques assez récentes (les petites îles de la Sonde qui constituent, à partir de Lombok, le prolongement oriental de l'arc volcanique indonésien, l'arc de Banda) mais aussi de fragments anciens de croûte terrestre vraisemblablement détachés du Gondwana et de la Laurasie et plissés à plusieurs reprises (Sulawesi et Moluques). Enfin, au nord, se trouve l'archipel philippin modelé par les nombreux volcans de l'arc volcanique de Luzon, encore très actifs à l'heure actuelle.

Ces différents groupes d'îles sont séparés les uns des autres par des mers très profondes (mers de Sulu et de Banda notamment), jamais asséchées lors des périodes de bas niveau marin. Le passage des hommes et des faunes à travers cette région implique donc nécessairement des traversées maritimes à la nage, par navigation ou par dérive sur des radeaux naturels.

1.2. Contexte environnemental

1.2.1. L'évolution du climat

a. Climats actuels

Bordé au nord par le climat tempéré est-asiatique et au sud par le climat désertique du nord-est et du centre de l'Australie, le climat actuel de l'Asie du Sud-Est est tropical à équatorial, globalement chaud et humide (Figure 4 p.19).

Les principales variations de température, rarement importantes, sont essentiellement locales et s'effectuent en fonction de l'altitude (sur les plus hauts sommets de Papouasie Nouvelle-Guinée se trouvent les seuls glaciers permanents de la région).

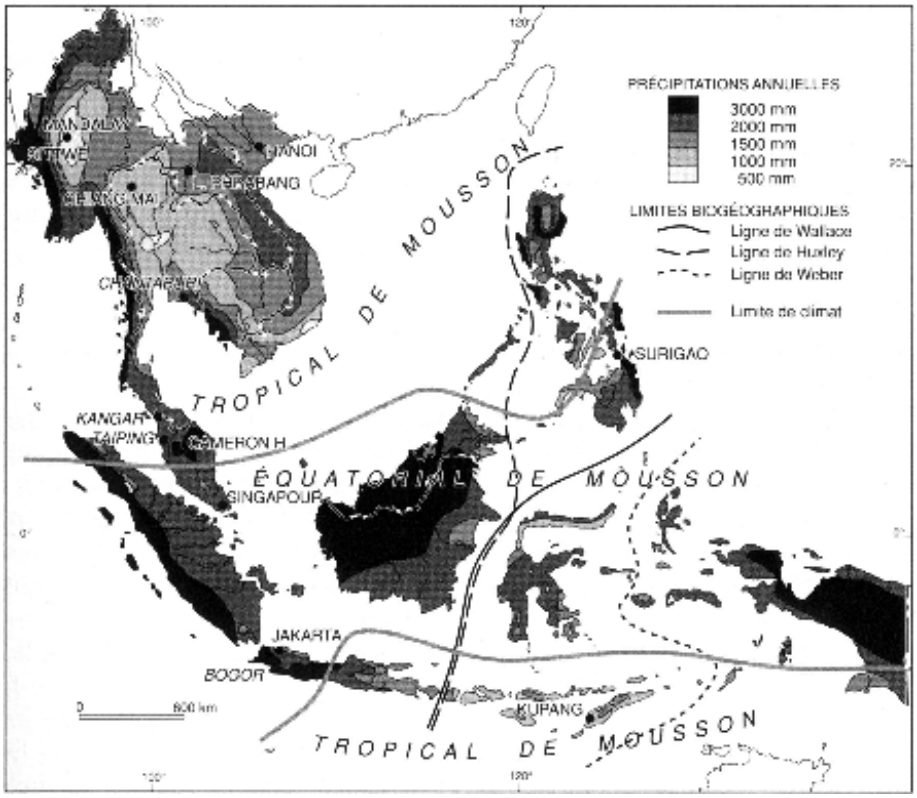


Figure 4. Précipitations annuelles et grandes régions climatiques actuelles d'Asie du Sud-Est (de Koninck, 1994)

En revanche, les précipitations sont distribuées de façon moins homogène sur l'ensemble de la région. La bande équatoriale (environ 5° de latitude de part et d'autre de l'équateur), de la Malaisie péninsulaire à la Papouasie Nouvelle-Guinée, est très humide ; la forêt tropicale humide s'y développe aisément sous l'influence de pluies régulières tout au long de l'année. Au nord et au sud de cette bande équatoriale (Chine du sud, Indochine, une grande partie des Philippines / sud de Sulawesi, est de Java et petites îles de la Sonde), le climat tropical est marqué par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide, obéissant à un régime général de mousson au sein duquel se développe un type de forêt, défini comme la forêt de mousson, dont la composition diffère radicalement de la forêt équatoriale ou tropicale humide (Steenis & Schippers-Lammertse, 1965 ; Whitten *et al.*, 1996).

La saison sèche peut durer de 2 à 8 mois selon les régions et elle est particulièrement marquée dans le nord-est de la Thaïlande, le centre de la Birmanie et l'est de l'Indonésie (de Koninck, 1994 ; Devendra & Thomas, 2002). L'absence relative d'humidité limite le développement de la végétation qui se présente le plus souvent sous la forme de forêts

ouvertes généralement caducifoliées, voire de savanes mises en évidence à plusieurs reprises sur l'île de Java au cours du Quaternaire (Sémah A.M., 1993).

b. Climats anciens

La connaissance de l'évolution du climat en Asie du Sud-Est depuis le début du Pléistocène paraît importante dans le cadre de cette étude. Les fluctuations climatiques sont en effet directement à l'origine des changements paléo-environnementaux auxquels ont été confrontés les hominidés : eustatisme et donc morphologie des terres émergées (surfaces des îles, développement des lagons, des mangroves…), et évolution de la flore et de la faune.

Au cours du Pléistocène et de l'Holocène, les changements climatiques majeurs en Asie du Sud-Est ont suivi les alternances globales glaciaire/interglaciaire, obéissant aux cycles de Milankovitch (Pillans *et al.*, 1998). D'une manière générale, les périodes glaciaires ont été marquées, au moins en Asie du Sud-Est insulaire, par un climat plus froid (diminution des températures de 2 à 7° au dernier glaciaire, Sun *et al.*, 2000) et plus sec (*cf.* van der Kaars & Dam, 1995 & 1997 ; Whitten *et al.*, 1996 ; van der Kaars *et al.*, 2000 & 2001). Selon van der Kaars *et al.*, 2000, la diminution générale des précipitations en Asie du Sud-Est insulaire pendant les périodes glaciaires semble être en relation directe avec les changements du rapport mers/surfaces terrestres émergées. En effet, les mers peu profondes recouvrant le plateau de la Sonde pendant les interglaciaires sont des sources importantes d'humidité, absentes pendant les bas niveaux marins donc les périodes glaciaires (Whitten *et al.*, 1996). Cette explication climatologique simple ne doit pas faire oublier que le climat – et *a fortiori* le paléo-climat – d'Asie du Sud-Est résulte d'interactions complexes entre plusieurs facteurs : insolation, rapport mers/terres émergées, intensité et direction des courants marins et des vents… Tous ces facteurs sont appelés à varier en chaîne quand un seul paramètre change, le niveau marin notamment (voir par exemple Linsley, 1996). Ainsi, l'accumulation et la synthèse de données de terrain sur les faunes et les flores anciennes semble être l'axe de recherche privilégié pour connaître l'évolution du paléo-environnement sud-est asiatique.

1.2.2. La flore

La végétation actuelle de l'Asie du Sud-Est, pourtant l'une des plus riches au monde en nombre de taxons, porte l'empreinte marquée de l'action de l'homme (Whitten *et al.*, 1996). Les forêts tropicales humides de la zone équatoriale et les forêts plus ouvertes des zones à saison sèche prononcée ont beaucoup régressé. La déforestation, extrême dans certaines régions des Philippines et de l'Indonésie, est pratiquée pour le dégagement de zones de culture (riziculture dans les régions humides) ou encore pour l'exploitation de bois à forte valeur économique. La pratique du brûlis, le déboisement et le développement des cultures, entraînant la dégradation des sols par ruissellement et l'envahissement de certaines zones par des plantes « parasites » (*Imperata cylindrica* et *Chromolaena ordorata* par exemple ; McFadyen & Skarratt, 1996 ; Devendra & Thomas, 2002), ont parfois considérablement modifié le paysage végétal naturel. Cette connaissance des modifications anthropiques actuelles de la végétation peut être utile à des fins de reconstitutions paléo-environnementales, notamment dans la recherche des premiers indices de contrôle de la végétation par l'homme (contrôle du développement de certaines espèces végétales puis agriculture vraie).

Les analyses palynologiques effectuées sur les sédiments ayant livré des hominidés fossiles, notamment en Indonésie, permettent de connaître les grandes lignes de l'évolution de la flore depuis environ 2 millions d'années. Pour les périodes les plus anciennes (fin du Pliocène et début du Pléistocène), les principales études palynologiques ont été menées dans la région de Sangiran, au centre de Java (Sémah A.M., 1982 & 1993). Après le retrait de la mer, à partir de 2,5 Ma (millions d'années), la mangrove et la forêt marécageuse s'installent dans la région, accompagnées de la forêt tropicale humide sur les reliefs. Les diagrammes polliniques montrent ensuite des successions de périodes sèches et humides : lors des périodes sèches (correspondant en général aux phases glaciaires), la forêt tropicale humide régresse dans des zones refuges au profit de la forêt ouverte. Le pollen retrouvé dans les niveaux de Kabuh (ayant livré le plus grand nombre de fossiles attribués à l'espèce *Homo erectus*, à Sangiran) suivent cette tendance, indiquant un climat plus sec (Sémah A.M., 1982). La végétation dans laquelle ont évolué les premiers hominidés d'Asie du Sud-Est a donc globalement suivi les fluctuations climatiques, offrant un couvert forestier plus ou moins dense selon les périodes. Ces analyses palynologiques ont également confirmé l'impact considérable des éruptions volcaniques, fréquentes tout au long du Pléistocène à Java, sur

l'environnement. A l'échelle locale, voire régionale, la végétation est soudainement détruite ; s'ensuit alors une phase de reconquête du sol par des associations végétales classiques (Sémah A.M., 1993).

Plus récemment, les études palynologiques, paléobotaniques et paléoclimatologiques menées en Asie du Sud-Est et en Australie et focalisées sur le Pléistocène supérieur et l'Holocène se sont multipliées (voir par exemple : Kershaw, 1986 ; van der Kaars & Dam, 1995 & 1997 ; Kealhofer & Penny, 1998 ; Maloney, 1999 ; Penny, 1999 ; Wang *et al.*, 1999 ; Sun *et al.*, 2000 ; van der Kaars *et al.*, 2000 & 2001 ; Hope, 2001 ; Suparan *et al.*, 2001 ; Anshari *et al.*, 2001 ; Dam *et al.*, 2001 ; Sémah A.M. *et al.*, 2002 ; Kawahata *et al.*, 2002 ; Van der Kaars & De Deckker, 2002). Ces travaux ont permis d'analyser plus finement les réponses de la végétation aux alternances de périodes glaciaires et interglaciaires, mais aussi de déceler les premières interventions de l'homme sur la végétation naturelle. Une synthèse des changements de végétation dans le bassin de Bandung (Java ouest) depuis environ 135 000 ans est proposée dans la Figure 5 ci-dessous.

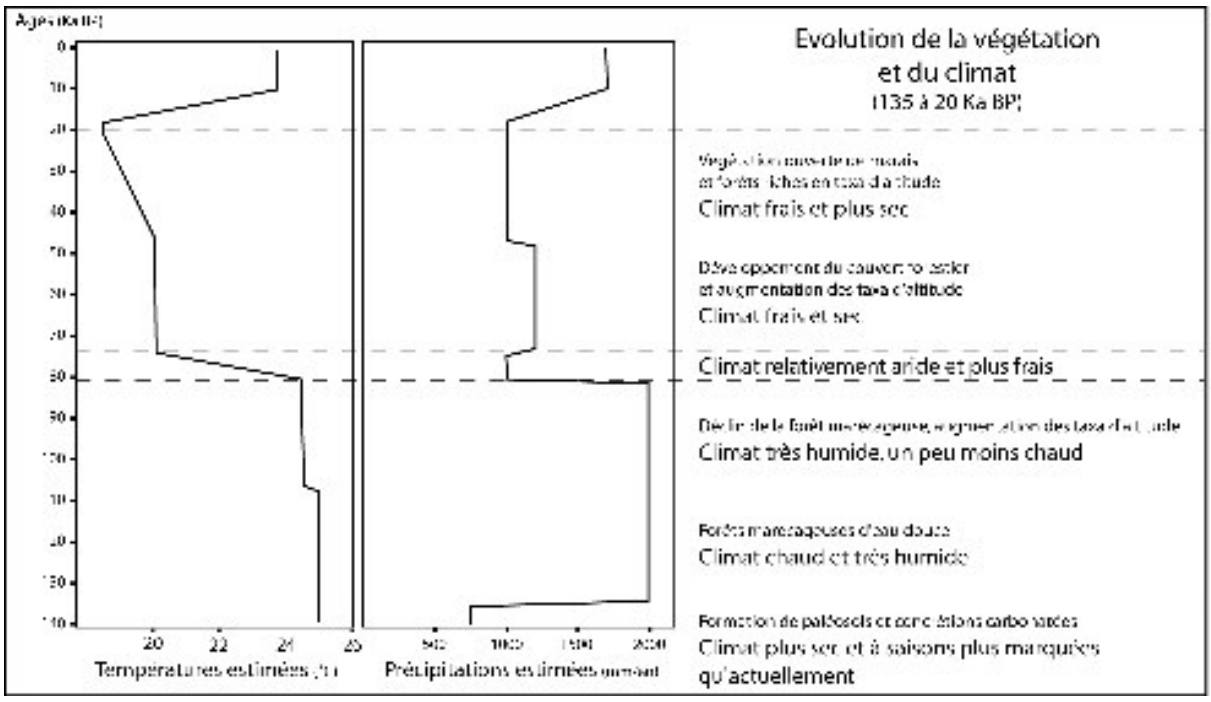

Evolution de la végétation
et du climat
(135 à 20 Ka BP)
Climat frais et plus sec
Climat frais et sec
Climat relativement aride et plus frais
Climat très humide, un peu moins chaud
Climat chaud et très humide
Climat plus sec et à saisons plus marquées
qu'actuellement

Figure 5. Synthèse des changements de végétation et de climat dans le bassin de Bandung (Java ouest) depuis environ 135 000 ans (d'après van der Kaars & Dam, 1995 & 1997 ; van der Kaars *et al.*, 2001)

Désormais, l'un des buts à atteindre est la corrélation et la synthèse de toutes ces données locales pour l'établissement d'un cadre paléo-environnemental et paléo-climatique valable à l'échelle régionale. De nombreux facteurs locaux influencent directement

l'enregistrement pollinique de chaque site et doivent être distingués de changements climatiques globaux, se ressentant sur l'ensemble de l'Asie du Sud-Est.

Au cours du temps, l'interaction des hominidés avec son environnement est un de ces facteurs qu'il est nécessaire de bien comprendre. Tour à tour, les hominidés sont considérés comme des éléments « passifs » dont la répartition et le comportement étaient fortement contraints par l'environnement (voir de Vos, 1995 et Storm, 2001 par exemple) ; et/ou comme des éléments « actifs », modificateurs d'un environnement qu'ils maîtrisent et dont ils se sont, d'une certaine façon, affranchis. Des indices de ce comportement sont reconnus dans plusieurs sites du Pléistocène supérieur et de l'Holocène où l'éclaircissement de la forêt est corrélé à la présence de l'homme (Sémah A.M. & Chacornac, 2000 ; Chacornac & Sémah A.M., 2001 et voir Haberle *et al.*, 2001 pour une discussion récente de l'impact respectif de l'homme et du climat sur la végétation en Indonésie et Papouasie Nouvelle-Guinée)

1.2.3. La faune

L'étude des faunes présentes depuis la fin du Pliocène en Asie du Sud-Est apporte de nombreuses informations directement reliées aux hominidés fossiles. Elle permet tout d'abord de connaître les espèces animales rencontrées et éventuellement exploitées par l'homme. Mais ces travaux peuvent aussi indiquer les routes migratoires qu'ont pu emprunter les hominidés qui ne se sont affranchis des voies de migration terrestres qu'à partir du moment où ils ont maîtrisé la navigation.

Actuellement, quatre provinces biogéographiques sont distinguées dans la région comprenant l'Asie du Sud-Est et l'Australie. Du nord au sud, et de l'ouest à l'est, se succèdent :

- la province indochinoise (Chine du sud, Birmanie, Vietnam, Laos, Cambodge, Thaïlande au nord de l'isthme de Kra) ;
- la province de la Sonde (sud de la Thaïlande, Malaisie, Sumatra, Bornéo, Java) ;
- la province de Wallace (Philippines, Sulawesi, Moluques, petites îles de la Sonde) ;
- la province australienne.

Cette dernière province, nettement différente des autres (faunes à Marsupiaux), constitue à elle seule l'une des six grandes zones biogéographiques reconnues dans le monde ; les trois premières sont des sous-régions de la Province Orientale. Cependant, les provinces indochinoise et de la Sonde partagent de très fortes affinités (48 espèces de grands mammifères sont communes à ces deux provinces : Tougard, 2001) tandis que les faunes de la province de Wallace sont nettement différentes (Wallace, 1869 ; Michaux, 1996). Cette singularité des faunes actuelles de la province de Wallace s'explique bien sûr par l'histoire géologique particulière de ses îles déjà abordée dans ce chapitre. Celles-ci n'ont pas été reliées physiquement au continent asiatique pendant le Quaternaire, à l'exception peut être de courtes périodes, lors des plus bas niveaux marins (Heaney, 1985). Toutefois, sur les îles de la zone de Wallace les plus proches de la plate-forme de la Sonde (Palawan, Sulawesi, Flores) vivent –ou ont vécu- des espèces indiquant des apports fauniques continentaux. La faune actuelle de grands mammifères de Palawan est nettement endémique mais elle présente de nombreux points communs avec celle d'Indonésie (Tougard, 2001), et plus particulièrement de Bornéo (Heaney, 1985). De même, les faunes fossiles de Sulawesi indiquent au moins deux vagues de migrations de grands mammifères depuis le continent : la première pendant le Pliocène (faunes de Walanae : Bartstra, 1978 ; Sartono, 1979 ; Hooijer & Bartstra, 1995 ; van den Bergh, 1999 ; van den Bergh *et al.*, 2001) et la seconde pendant les bas niveaux marins du Pléistocène moyen (van den Bergh, 1999 ; van den Bergh *et al.*, 2001).

Enfin, à Flores, la présence d'*Homo erectus* dès 0,8 à 0,7 Ma semble être indiquée par les outils mis au jour dans le site de Mata Menge (van den Bergh *et al.*, 1996a & 2001 ; van den Bergh & Aziz, 1998 ; Morwood *et al.*, 1998 & 1999). Si l'interprétation de ces découvertes est encore discutée (voir notamment Keates, 1998 et Keates & Bartstra, 2001), l'analyse des faunes de Palawan et de Sulawesi démontre que des bras de mer ont été franchis à plusieurs reprises par des grands mammifères au nombre desquels il faut peut-être ajouter le genre *Homo* (van den Bergh, 1999).

De nombreux sites sud-est asiatiques ont livré des faunes d'âge Pliocène à Holocène, cependant, comme pour la flore, les gisements javanais restent pour le moment les plus étudiés. Faisant suite aux travaux de von Koenigswald et Hooijer (von Koenigswald, 1933 & 1935 ; Hooijer, 1955 & 1962), les travaux de l'équipe néerlandaise-indonésienne (voir par exemple : de Vos *et al.*, 1982 ; de Vos, 1985 & 1995 ; Theunissen *et al.*, 1990 ; van den Bergh *et al.*, 1996b & 2001) ont notamment permis de reconstituer l'histoire des migrations fauniques et d'évaluer l'âge des périodes de contact terrestre entre l'île de Java et le reste de la plate-

forme de la Sonde. De ces travaux, basés sur la comparaison d'assemblages fauniques mis au jour dans des sites d'âges divers (Tableau 1), ressortent les phases suivantes :

- **De la fin du Pliocène à 1,2 Ma,** les faunes de Java présentent les caractéristiques d'un endémisme marqué : les faunes ne sont pas en équilibre (absence de grands carnivores et surabondance d'herbivores bons nageurs tels que les cervidés et les hippopotames) et certains taxons sont atteints de nanisme (proboscidiens) ou de gigantisme (tortues) ;
- **De 1,2 à 0,8 Ma,** les faunes sont marquées par la présence de *Stegodon trigonocephalus*, de grands félidés et d'*Homo erectus*, indiquant des influences continentales ; cependant, les nombreuses espèces endémiques suggèrent des conditions insulaires avec vraisemblablement quelques contacts continentaux temporaires ;
- **Vers 0,8 Ma (passage Pléistocène inférieur/ Pléistocène moyen)**, la faune subit de nets changements, traduisant des influences continentales : l'arrivée massive de nouveaux taxons (grands proboscidiens par exemple) indique l'établissement de ponts terrestres entre Java et le continent, à la faveur de niveaux marins nettement plus bas que pendant les périodes précédentes ;
- **De 800 ka jusqu'au milieu du Pléistocène supérieur**, les faunes encore assez méconnues semblent peu changées et assez proches de l'équilibre, indiquant vraisemblablement des contacts réguliers entre l'île et le continent ;
- **Au Pléistocène supérieur** (environ 70 ka BP selon van den Bergh *et al.*, 2001), les faunes changent de nouveau, avec l'arrivée de taxons inféodés à la forêt tropicale humide (orang outan et gibbon par exemple) ; ces faunes présentent des affinités est asiatiques marquées ;
- **A la fin du Pléistocène supérieur et à l'Holocène**, les faunes s'appauvrissent, notamment en espèces caractéristiques de la forêt tropicale humide, indiquant vraisemblablement un assèchement du climat ; la période du dernier maximum glaciaire ne semble pas marquée par l'arrivée de nombreuses espèces nouvelles (van den Bergh *et al.*, 2001 reconnaissent toutefois les limites quantitatives et qualitatives des faunes étudiées pour cette période).

Tableau 1. Datation des groupes fauniques javanais et interprétations paléo-géographiques et paléo-environnementales données par van den Bergh *et al.*, 2001 (*cf.* autres références bibliographiques dans le texte) ; ka = millier d'années ; Ma = million d'années.

Faunes de Java	Age	Interprétations paléo-géographiques	Interprétations paléo-environnementales
récentes	Récent	Conditions insulaires	Forêts ouvertes
holocènes	10 à 6 ka BP	Conditions insulaires ?	?
"Punung"	125 à 60 ka BP	Contacts continentaux	Forêts tropicales humides
"Ngandong"	Pléistocène supérieur	Influences continentales	Forêts ouvertes
"Kedung Brubus"	0,8 à 0,7 Ma BP	Contacts continentaux	Forêts ouvertes
"Trinil H.K."	0,9 Ma BP	Faibles influences continentales	Forêts ouvertes
"Ci Saat"	1,2 à 1 Ma BP	Influences continentales	?
"Satir"	2 à 1,5 Ma BP	Conditions insulaires	Mangrove ?

La synthèse de ces données fauniques indonésiennes et leur comparaison avec le registre fossile d'Asie orientale continentale pour les mêmes périodes a permis de retracer les routes migratoires les plus probables empruntées par les grands mammifères. Pendant de nombreuses années, la Chine était considérée comme la zone source principale des faunes indonésiennes pléistocènes et la voie de migration privilégiée passait par Taiwan et l'archipel philippin (von Koenigswald, 1935). Cependant, des travaux plus récents sur les faunes anciennes d'Asie du Sud-Est continentale ont pu montrer que celles-ci présentaient de nombreuses affinités avec les faunes indonésiennes (Vu The Long *et al.*, 1996 ; Tougard, 1998 & 2001 ; de Vos & Vu The Long, 2001). Aujourd'hui, les voies migratoires continentales (par la Thaïlande, l'Indochine et la péninsule malaise) semblent donc plus probables et des comparaisons à plus grande échelle ont permis d'étayer l'existence de deux vagues de migrations fauniques :

- Au cours du Pléistocène inférieur et moyen, des mammifères également présents en Inde (Siwaliks, Narmada), en Birmanie et en Thaïlande arrivent plus ou moins régulièrement à Java par la « route Siva-Malayenne » ;
- vers la fin du Pléistocène, des ponts terrestres s'établissent plus durablement entre le continent et Java, permettant l'arrivée de nouvelles faunes depuis la Chine du sud, le Vietnam et le Cambodge via la « route Sino–Malayenne ».

De Vos (1995) intègre également les hominidés à ces migrations (voir aussi de Vos & Vu The Long, 2001). Les *Homo erectus* seraient arrivés à Java lors de la première vague et les premiers *Homo sapiens* seraient arrivés au Pléistocène supérieur, avec la seconde grande vague de migration. Dans ce cas, les migrations humaines au-delà de la péninsule malaise ne semblent reconnues qu'en périodes de bas niveaux marins. Il paraît pourtant important de discuter la pertinence de cette association classique des migrations humaines aux bas niveaux marins en Asie du Sud-Est et en Australie.

1.3. Eustatisme et migrations humaines

Les variations glacio-eustatiques, réponses directes aux alternances de périodes glaciaires et interglaciaires qui ont marqué la fin du Pliocène, puis le Pléistocène et l'Holocène, ont pu être en partie reconstituées (Figure 6 p.28 : Prentice & Denton, 1988 ; Chappell *et al.*, 1996 ; Pillans *et al.*, 1998 ; Lea *et al.*, 2002).

Il apparaît que depuis 2,5 Ma jusqu'à 0,8 Ma environ, les fluctuations étaient d'assez faible amplitude, avec un abaissement moyen d'environ 70 m et des maximums d'une centaine de mètres sous le niveau actuel. Il y a à peu près 0,8 Ma l'abaissement moyen est d'environ 90 m mais des maximums à plus de 150 m sous le niveau actuel ont pu être atteints (Prentice & Denton, 1988). Comme nous l'avons vu, cette période semble effectivement marquée par l'arrivée massive de faunes nouvelles à Java par des voies terrestres (faune de « Kedung Brubus » ; van den Bergh *et al.*, 1996b).

De la fin du Pléistocène moyen jusqu'à aujourd'hui, de fortes variations eustatiques se sont succédées assez régulièrement, avec des remontées du niveau marin aux alentours de 0,28 et 0,24 Ma (entre 50 et 120 m d'amplitude) puis vers 0,18 et 0,140 Ma (environ 130 m d'amplitude) (Zheng & Lei, 1999).

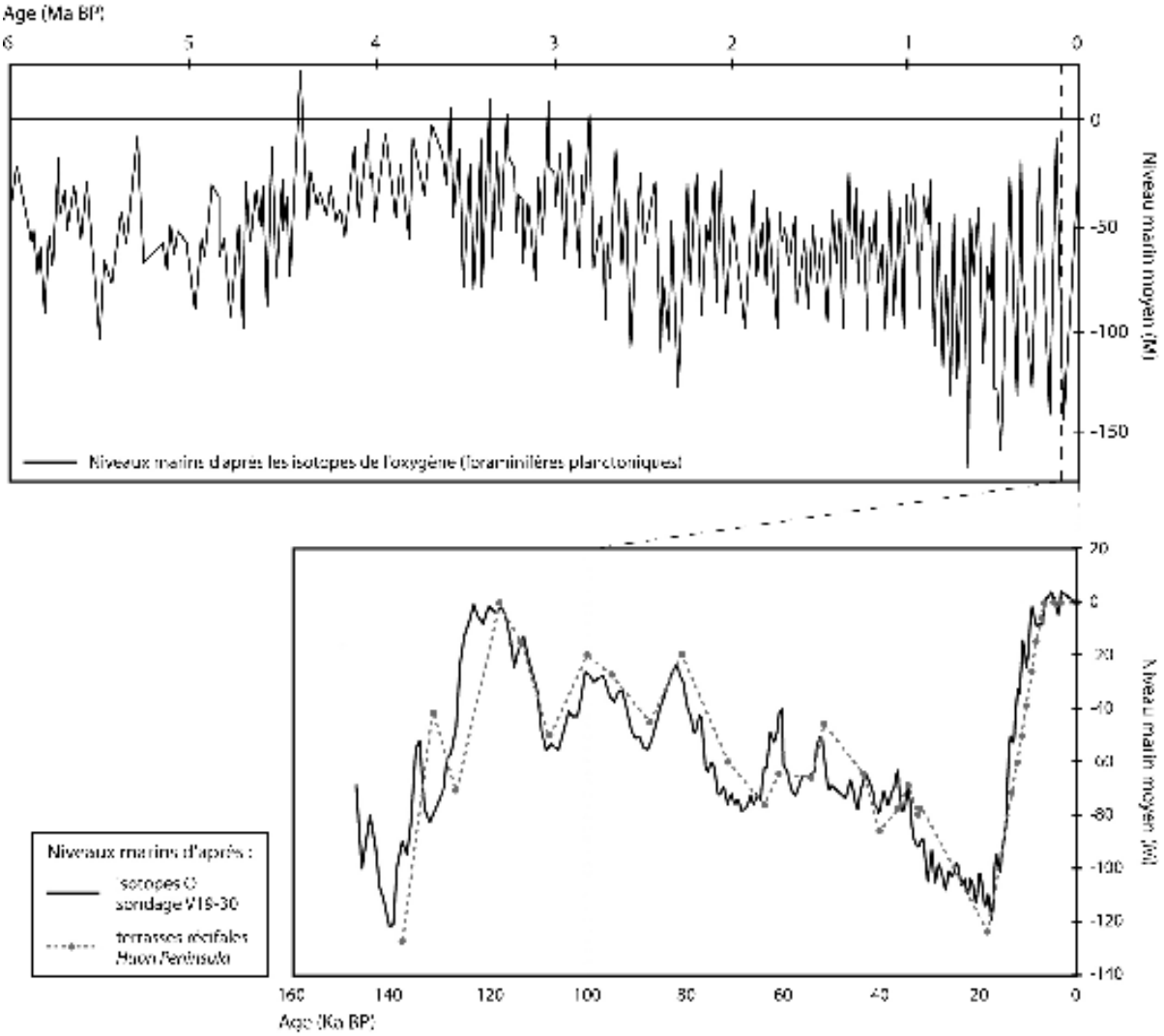


Figure 6. Fluctuations du niveau marin moyen au cours du temps : depuis 6 Ma, d'après le δ18O de tests de foraminifères planctoniques tropicaux (en haut, d'après Prentice & Denton, 1988) ; depuis environ 150 ka BP, d'après les terrasses récifales de la péninsule de Huon (Papouasie Nouvelle-Guinée) et d'après le δ18O de tests de foraminifères benthiques du forage V19-30, Pacifique équatorial (en bas, d'après Chappell *et al.*, 1996 ; Pillans *et al.*, 1998)

1.3.1. Connexions terrestres probables et improbables

Pendant longtemps, de nombreux auteurs ont postulé l'existence de ponts terrestres entre la Chine, Taiwan, l'île de Luzon et les îles philippines plus au sud et Sulawesi (par exemple, Fox, 1970 : p. 61 ; van Heekeren, 1972 : p. 7). Or, nous savons désormais que c'est impossible, étant donnée la profondeur des bras de mers séparant Taiwan de Luzon (plus de 1000 m) et le sud des Philippines de Sulawesi (plus de 600 m). Comme nous l'avons souligné

précédemment, les affinités fauniques entre ces îles sont essentiellement le fait d'animaux bons nageurs (Proboscidiens) ou d'animaux, tels que rongeurs ou petits primates, ayant pu se trouver embarqués sur des radeaux naturels (troncs d'arbres ou plaques de mangrove) (Heaney, 1985 ; Groves, 1985 ; van den Bergh, 1999).

La connexion physique de Bornéo et Palawan en périodes de bas niveaux marins reste probable puisque la profondeur du bras de mer séparant ces deux îles n'est que de 145 m environ à l'heure actuelle (Heaney, 1985). Mais, nous l'avons vu dans la présentation des assemblages fauniques de la région, tout le débat est de savoir si au Pléistocène les abaissements marins maximums ont été suffisants pour raccorder Palawan à la plate-forme de la Sonde. Aujourd'hui, la réponse consensuelle à cette question semble négative : on ne connaît aucun élément faunique exclusivement terrestre indiquant un passage de Bornéo à Palawan au cours du Pléistocène (de Vos, *comm. pers.* ; Groves, *comm. pers* ; Reis & Garong, 2001)

1.3.2. Spécificités de la zone de Wallace

La zone de Wallace a certainement joué un rôle très important sur la vitesse et les modalités des migrations humaines préhistoriques en Asie du Sud-Est et vers l'Australie. On peut en effet penser que cette succession de chapelets d'îles entrecoupés d'importants bras de mer a pu agir comme un filtre sur les populations en mouvement. Cependant, il convient certainement de nuancer cette influence en fonction des périodes étudiées. Si les mers profondes situées au delà de l'île de Bali ont pu stopper un temps la progression des *Homo erectus* (les découvertes anciennes de Flores sont au cœur de ce débat), cet effet a certainement été moindre sur les populations d'*Homo sapiens* maîtrisant la navigation. Et l'arrivée des premiers hommes en Australie dès 55 à 65 ka BP (Roberts *et al.*, 1990 & 1994 ; Jones, 1992 ; Thorne *et al.*, 1999 mais voir O'Connel & Allen, 1998) implique nécessairement la traversée de la zone de Wallace et de ses bras de mer conséquents.

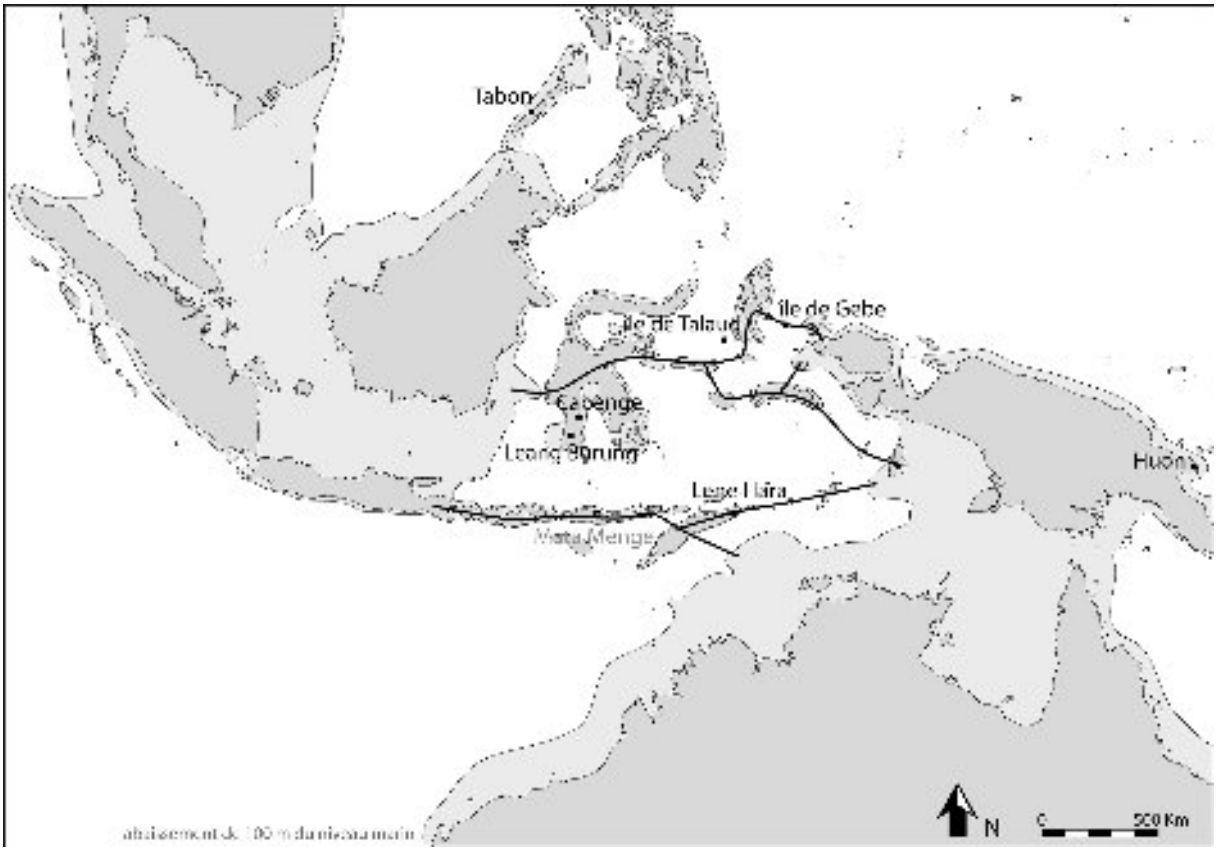


Figure 7. Localisation des sites archéologiques les plus anciens de la Wallacea et routes de migrations humaines de la plate-forme de la Sonde à celle de Sahul proposées par Birdsell, 1977

a. Les premiers passages humains dans la zone de Wallace

Depuis les années 1980, la multiplication et l'intensification des recherches archéologiques dans les très nombreuses îles de la zone de Wallace permettent de commencer à percevoir la chronologie et les modalités de l'arrivée (ou simplement du passage) des hommes dans cette région (Figure 7). Parmi les plus anciens sites archéologiques, attestant de la présence de l'homme dans la zone de Wallace, il faut citer :

- La vallée de la rivière Walanae (Cabenge, Sulawesi), dont les terrasses ont livré de nombreux outils d'âge inconnu, généralement estimé au début du Pléistocène supérieur (Bartstra, 1978 ; Sartono, 1979 ; Bartstra *et al.*, 1991 ; Hooijer & Bartstra, 1995 ; Keates & Bartstra, 2001) ;
- L'abri sous roche de Leang Burung 2 (Sulawesi) dont les plus anciens niveaux archéologiques remontent à environ 30 – 40 000 ans BP (Glover, 1981) ;
- Les îles de Gebe et de Talaud (situées respectivement à l'est et à l'ouest d'Halmahera) occupées dès 30 000 ans BP (Tanudirjo, 1998 ; Bellwood *et al.*, 1998) ;

- La grotte de Lene Hara (Timor Est) occupée il y a plus de 30 000 ans BP (O'Connor *et al.*, 2002) ;
- La grotte de Tabon (Palawan, Philippines) dont les niveaux archéologiques montrent une occupation humaine quasi-continue de 30 000 à 9 000 ans BP environ (Fox, 1970). Même si sa situation géographique semble à l'écart des chemins menant directement de la plate-forme de la Sonde à celle de Sahul, notons que ce site est le seul de cette liste ayant livré des restes humains fossiles, récemment datés de 16 500 ± 2 000 ans BP à 47 000 +11/-10 000 ans BP (Dizon *et al.*, 2002 et Détroit & Dizon, 2002). Ces fossiles, en partie décrits par Macintosh, 1978 sont présentés en détail dans ce travail (*Chapitre 2* : *La grotte de Tabon* (Palawan, Philippines) p.103).

Comme le remarquent O'Connor *et al.* (2002), on ne connaît pas encore de site présentant une occupation humaine certaine et prolongée avant environ 35 000 ans BP dans la zone de Wallace. Ainsi, hormis la vallée de Walanae, aucun site mis au jour dans la zone de Wallace ne présente d'indice d'occupation humaine aussi ancienne que celles désormais admises pour la plate-forme de Sahul (entre 55 et 65 000 ans BP environ, *cf*. Roberts *et al.*, 1990 ; Thorne *et al.*, 1999).

En l'absence d'arguments décisifs, toutes les hypothèses sur les premières voies de migrations humaines à travers la Wallacea formulées par Birdsell en 1977 sont encore recevables. La localisation des sites archéologiques anciens en Australie pourrait indiquer que les premiers hommes ont emprunté la route du Sud (Chappell 2000 ref bib). Dans ce sens, O'Connor *et al.* (2002) indiquent que : « *the pattern produced by current dating in Australia would suggest a direct southern route through Wallacea and on the northwest Australian coast as the most likely route for initial colonization of Sahul* ». Cependant les routes du Nord sont tout aussi envisageables (arrivée des hommes sur la plate-forme de Sahul par la Papouasie Nouvelle-Guinée). Le site archéologique de la péninsule de Huon (Figure 7 p.30), ayant livré des outils dans des niveaux datés d'au moins 38 Ka BP (Groube *et al.*, 1986 ; Chappell *et al.*, 1996), pourrait indiquer l'arrivée de groupes humains par Bornéo, Sulawesi, les Moluques puis le long de la côte nord de Papouasie Nouvelle-Guinée.

b. Influence de l'eustatisme sur les comportements humains : quelques hypothèses

A partir de ce moment la mer n'est plus un obstacle infranchissable, mais une autre question reliée à ces premières traversées maritimes et directement à l'histoire des populations humaines en Asie du Sud-Est doit être posée : les périodes de bas niveaux marins étaient elles les plus propices aux mouvements des *Homo sapiens* dans cette région ?

Les bas niveaux sont généralement considérés comme étant favorables car, les terres se découvrant, certaines îles sont visibles de proche en proche. Elles deviennent ainsi des « buts à conquérir pour les hommes » et plus faciles atteindre (voir par exemple Birdsell, 1977 et Bellwood, 1993). Mais cette hypothèse est contestée (Thiel, 1987). A part dans quelques cas où les îles deviennent effectivement visibles de l'une à l'autre pendant les périodes de bas niveaux marins, cet argument ne peut être généralisé : de nombreuses îles de la zone de Wallace, ainsi que la plate-forme de Sahul, sont restées invisibles et n'ont pas pu être le but de voyages intentionnels. Si les périodes de bas niveau ont effectivement pu faciliter des traversées intentionnelles ou accidentelles, elles ne donnent pas d'explication sur la raison ni les modalités des premiers longs voyages maritimes.

Ainsi, partant de l'observation qu'un abaissement du niveaux marin entraîne l'augmentation directe des surfaces de terres émergées, donc des territoires et des ressources alimentaires disponibles pour les hommes, Thiel (1987) considère que ces périodes ne sont certainement pas celles au cours desquelles les hommes ont été poussés à chercher de nouveaux espaces plus lointains, notamment par la mer. A l'inverse, la remontée du niveau marin, parfois rapide (Chappell, 2000), réduit considérablement les surfaces terrestres disponibles et exploitables par les populations humaines, provoquant une augmentation des densités de population, poussant ou obligeant (dans le cas de submersion complètes d'îles) les hommes à aller plus loin, éventuellement par des voies maritimes. En effet, le développement des modes de subsistance basés sur les ressources marines (donc une pratique de la navigation côtière ou lagunaire) pourrait avoir été plus fort en périodes de hauts niveaux marins, lorsque les zones lagunaires étaient étendues au maximum.

Quelles que soient les réponses que l'on peut espérer apporter à ces questions, un point important doit être retenu. Du point de vue de leur comportement, il semble essentiel de distinguer les hominidés anciens, vraisemblablement « passifs » par rapport à la mer et dont

les mouvements devaient être fortement contraints par l'existence ponctuelle de passages terrestres, des hominidés plus récents (*Homo sapiens* anatomiquement modernes dont les plus anciens de la région ont été mis au jour en Australie). Dès 60 ka BP environ, ceux-ci ont effectué des traversées maritimes qui leur ont permis de peupler le vaste continent australien. A partir de ce moment, on peut donc penser que leurs mouvements dans la zone de Wallace n'ont plus été conditionnés aussi fortement par l'eustatisme. Et, en interaction avec l'ensemble des variations environnementales, des développements culturels propres à certains groupes humains sont sûrement à l'origine des premiers grands groupes de navigateurs tels que les Austronésiens, premiers colonisateurs des îles du Pacifique lointain.

Il est alors possible d'envisager que se sont côtoyés et « mélangés » dans une même région des groupes d'hommes plutôt tournés vers les ressources terrestres et d'autres ayant adopté un mode de vie maritime (voir l'exemple des groupes de chasseurs-cueilleurs actuels d'Asie du Sud-Est discuté dans ce chapitre p.45).

2. LES HOMMES EN ASIE DU SUD-EST

Après cette présentation du cadre environnemental général de l'Asie du Sud-Est, tournons nous plus particulièrement vers les hommes qui occupent – et ont occupé - cette vaste et complexe région. Dans ce sous-chapitre, nous nous intéressons aux hommes, que nous avons choisi de présenter en quelques étapes. Ces étapes respectent une logique chronologique et sont évidemment intimement liées les unes aux autres. Cependant, ce découpage permet de présenter de façon claire, schématique, les grandes questions qui nous semblent synthétiser au mieux la problématique des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est :

i. **Quelle est l'origine de ces *Homo sapiens* ?** L'étude et la comparaison des hominidés fossiles plus anciens, présents en Asie du Sud-Est mais également dans tout l'ancien monde, ont permis d'établir des hypothèses sur cette origine. Après la présentation de ces différents modèles, nous proposerons une approche qui permettra d'apporter de nouveaux éléments de réflexion à cette problématique.

ii. **Que savons nous des premiers *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est ?** En Asie du Sud-Est même, le registre fossile des *Homo sapiens* anciens est très lacunaire. Cependant, de plus en plus de sites archéologiques attestent leur présence et quelques découvertes récentes de fossiles, ainsi que les restes humains mis au jour en Australie, permettent de commencer à appréhender les caractéristiques de ces premiers *Homo sapiens*.

iii. **Quelle est l'importance relative des migrations par rapport aux évolutions locales au cours du Pléistocène supérieur et de l'Holocène ?** Traditionnellement, et semble-t-il depuis que des *Homo sapiens* sont mis au jour en Asie du Sud-Est, deux écoles de pensée s'opposent : les uns privilégient les migrations et les remplacements soudains de morphologies, les autres mettent l'accent sur des évolutions graduelles, essentiellement locales. Le débat actuel sur les origines et la dispersion des Austronésiens entre pleinement dans cette discussion. L'étude des *Homo sapiens* fossiles récemment mis au jour en Asie du Sud-Est permet d'aborder ces questions sous un angle nouveau ; la description

et la comparaison de ces restes humains constituent donc logiquement la plus grosse partie de ce travail.

iv. **Quelles informations les populations actuelles d'Asie du Sud-Est peuvent-elles nous apporter sur l'histoire des populations passées ?** Pratiquement toute l'Asie du Sud-Est insulaire est aujourd'hui habitée par des hommes parlant des langues austronésiennes. Cependant, cette unité linguistique ne doit pas masquer la diversité biologique des hommes vivant dans ce qui est actuellement un véritable carrefour de migrations humaines. Quelques exemples tirés de l'histoire des derniers groupes de chasseurs-cueilleurs de la région permettent d'appréhender certains mécanismes de migrations, contacts et changements culturels.

2.1. L'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes

2.1.1. Origine africaine récente ou radiations plus anciennes ?

Pour expliquer l'émergence de l'espèce *Homo sapiens*, deux théories radicalement opposées s'affrontent depuis de nombreuses années (voir les ouvrages collectifs Mellars & Stringer, 1989 ; Hublin & Tillier, 1991 ; Bräuer & Smith, 1992 ; Aitken *et al.*, 1993 ; Nitecki & Nitecki D.V., 1994). Ces deux modèles prennent leur origine historique dans des approches très différentes du registre fossile et, d'une manière générale, de l'évolution :

- d'un côté se trouvent les partisans d'une vision large et synthétique des espèces d'hominidés, peu nombreuses et se modifiant peu à peu au cours du temps ;
- de l'autre se situent les défenseurs de nombreux groupes d'hominidés fossiles. Ces petits groupes pouvaient parfois coexister mais aussi se succéder ou se remplacer rapidement les uns les autres.

a. Modèle multirégional

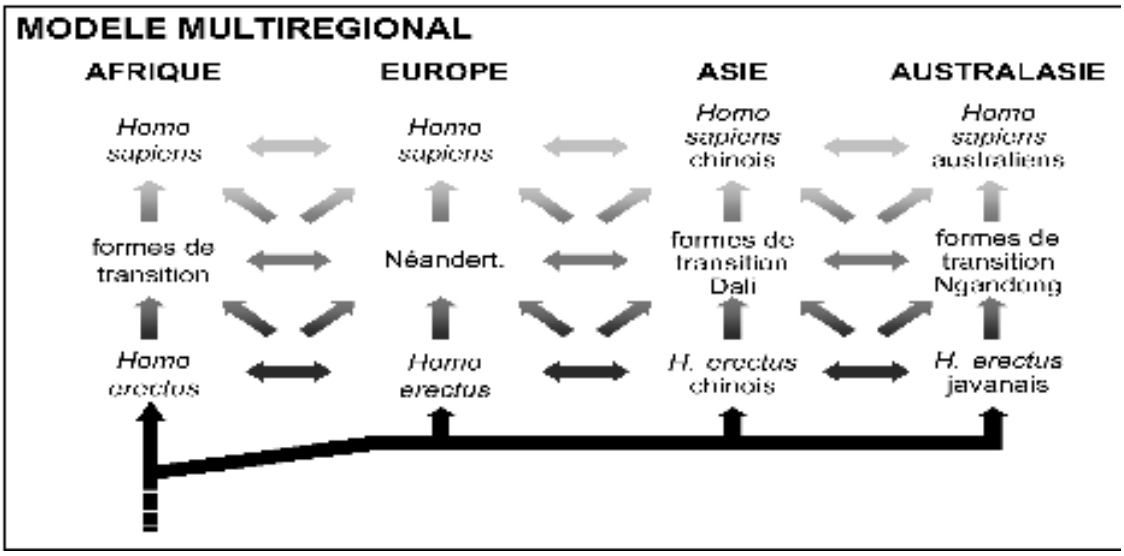


Figure 8. Modèle multirégional de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes ; les flèches indiquent les relations (croisements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo*

Selon le modèle dit « multirégional » (Figure 8), on assiste du début du Pléistocène inférieur jusqu'au Pléistocène moyen (*i.e.* d'environ 1,8 à 1 Ma BP) à la radiation et à la dispersion géographique depuis l'Afrique des représentants de l'espèce *Homo erectus*. Un processus d'évolution graduelle et continue permettrait alors de passer progressivement de ces formes d'*Homo erectus* à des formes d'*Homo sapiens* d'abord archaïques puis modernes, dans chaque région grâce à un brassage génétique ininterrompu (Thorne & Wolpoff, 1981 ; Wolpoff *et al.*, 1984 ; Wolpoff *et al.*, 1988 ; Wolpoff, 1989 ; Frayer *et al.*, 1993 ; Wolpoff *et al.*, 1994b). Ces flux génétiques d'une région à l'autre étaient suffisants pour empêcher toute spéciation des groupes par isolement géographique (spéciation allopatrique) mais toutefois assez faibles pour que le brassage génétique ne soit pas homogène, entretenant des particularismes régionaux. Ces particularismes s'expriment sous forme de phénotypes (morphologies) légèrement différents, visibles notamment au niveau du squelette crânien (Thorne & Wolpoff, 1981 ; Wolpoff, 1989). Les principaux arguments de ce modèle sont puisés dans le registre fossile humain d'Asie et d'Australie. La morphologie crânienne des australiens du Pléistocène supérieur serait en partie héritée des *Homo erectus* javanais (Thorne & Wolpoff, 1981 ; Hawks *et al.*, 2000) et l'ensemble des hominidés fossiles chinois permettrait de montrer une évolution locale depuis les plus anciens *Homo erectus* jusqu'aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes (Wu, 1990 & 1991 ; Li & Etler, 1992 ; Etler, 1994 ; Wu & Poirier, 1995).

Il faut avouer qu'une grande confusion et de vifs débats entourent ce modèle. Ceci est dû en grande partie à un héritage historique difficile à assumer et d'ailleurs partiellement - voire complètement – renié (Wolpoff, 2000). A l'origine, cette hypothèse s'inspire des travaux de Franz Weidenreich (Weidenreich, 1946 & 1947). Dans les années 1940, celui-ci avait tenté de synthétiser toutes les informations disponibles sur les hominidés fossiles découverts jusqu'alors en une hypothèse évolutive de l'homme. Selon ce modèle évolutif, il était possible de reconnaître, dans chaque région, des lignées évolutives équivalentes menant des plus vieux ancêtres jusqu'aux principales races humaines actuelles (il en reconnaissait quatre : australienne, mongole, africaine et eurasienne). Pour la Chine par exemple, on pouvait lire la succession suivante dans l'enregistrement fossile : *Gigantopithecus* – *Sinanthropus* – *Homo sapiens* de Zhoukoudian (Upper Cave) – Chinois actuels. Weidenreich proposait ainsi de façon assez explicite l'existence de quatre lignées évolutives régionales distinctes. Cependant, ses représentations graphiques restaient toujours ambiguës puisque les fossiles se trouvaient bien sur quatre rameaux évolutifs principaux mais ils étaient également reliés par des liens transversaux et même diagonaux. Quelques années plus tard, certains de ses collègues ont franchi le pas et ont proposé le modèle en Candélabre (Coon, 1962). Dans ce modèle extrémiste et caricatural, on trouve des lignées phylétiques indépendantes, issues de véritables évolutions parallèles simultanées.

b. ***Out of Africa***

Le modèle avec remplacement (Figure 9), encore appelé « *Out of Africa* », est le plus récent des deux modèles. Il est proposé dans les années 1950 par William W. Howells, en réaction au modèle traditionnel de Weidenreich (Howells, 1959). Comme nous venons de le voir, Weidenreich présentait l'évolution humaine comme un phénomène lent, progressif et linéaire dans toutes les régions de l'ancien monde. A l'inverse, selon l'hypothèse avec remplacement, les *Homo sapiens* modernes sont issus de l'évolution d'*Homo sapiens* archaïques sur le continent africain, à la fin du Pléistocène moyen. C'est ensuite aux alentours de 100 000 ans que ces *Homo sapiens* modernes colonisent l'Europe, le Moyen-Orient, l'Asie puis un peu plus tard l'Australie. Ces hommes anatomiquement modernes remplacent complètement les populations archaïques présentes jusqu'alors dans ces régions (Stringer & Andrews, 1988 ; Stringer, 1989, 1992 & 1993 ; Stringer & McKie, 1997).

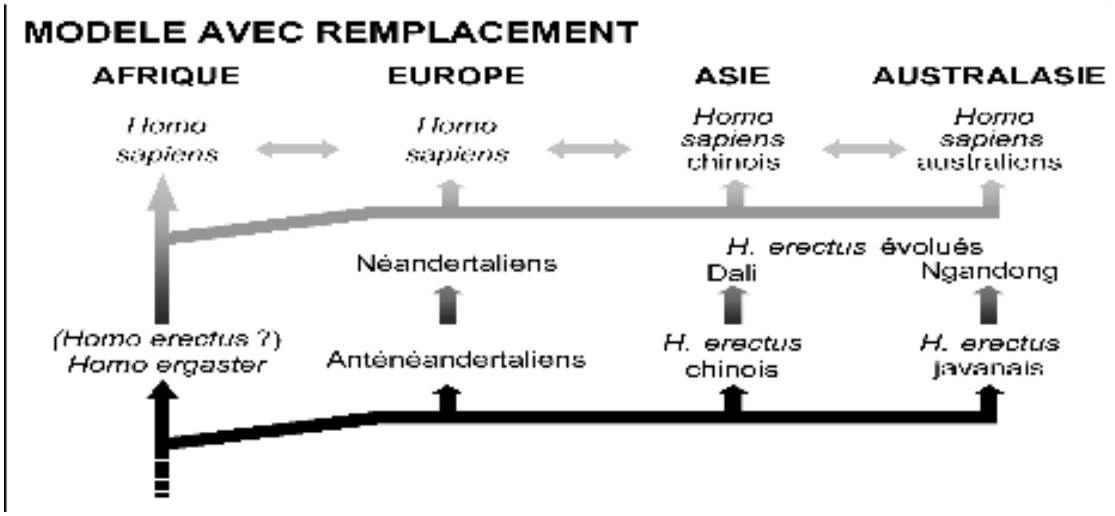


Figure 9. Modèle de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes avec remplacement ; les flèches indiquent les relations (croisements et remplacements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo*

Il semble que la majorité des travaux génétiques (effectués pour la plupart sur du matériel actuel ou récent) donnent des résultats supportant cette hypothèse. Sans rentrer dans des considérations techniques ne relevant pas de nos compétences, il semble qu'aucun apport génétique ancien significatif (de formes ancestrales à *Homo sapiens*) n'ait pu être mis en évidence dans le *pool* génique humain actuel (voir par exemple Cavalli-Sforza *et al.*, 1994 ; Underhill *et al.*, 2001 ; Capelli *et al.*, 2001). Soulignons tout de même que selon Goldstein *et al.*, 1996 il paraît impossible d'espérer détecter un faible apport éventuel de matériel génétique ancien dans le *pool* actuel. De même, en tenant compte des extinctions et re-colonisations locales qui ont pu se produire au cours du temps, Eller, 2002 a montré qu'il était possible de réconcilier le modèle multirégional avec le faible effectif de la population fondatrice des hommes modernes, considéré par beaucoup comme un argument de réfutation de l'hypothèse multirégionale (population d'env. 10 000 individus d'après la plupart des études, voir par exemple Goldstein *et al.*, 1995 & 1996 ; Hammer, 1995 ; Labuda *et al.*, 2000 ; Takahata *et al.*, 2001).

Récemment, Relethford (2001) a proposé une synthèse critique des différentes approches génétiques de la problématique de l'origine de l'homme moderne et ainsi tenté d'apporter une réponse la plus claire possible au dilemme exprimé par Wall (2001) : « *For many years now, both paleoanthropologists and population geneticists have been fascinated with the subject of modern human origins. However, it is sometimes hard to recognize that they are studying the same topic.* »

c. Modèles intermédiaires

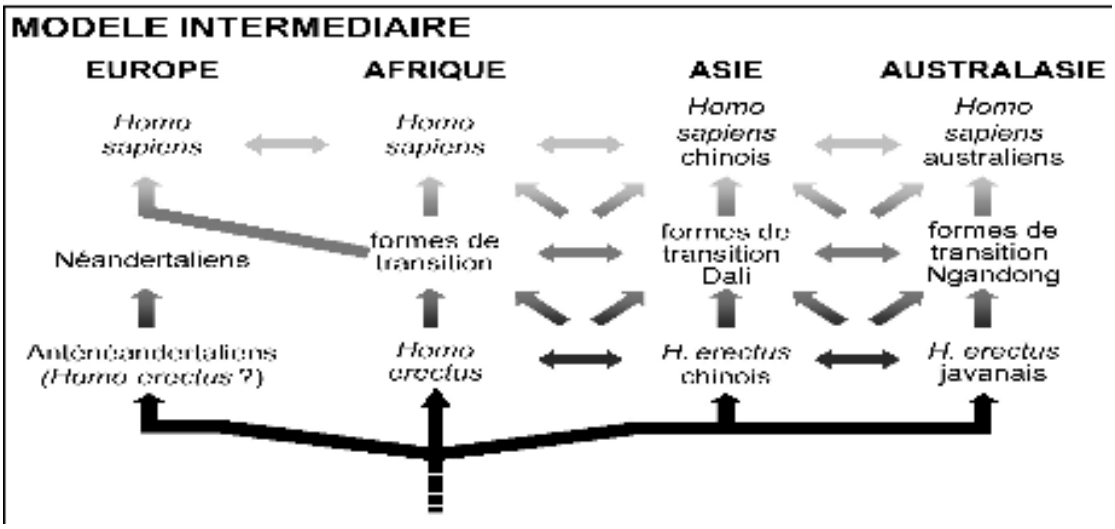


Figure 10. Modèle « intermédiaire » de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes ; les flèches indiquent les relations (croisements et remplacements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo*

Certains chercheurs ont proposé des modèles intermédiaires, moins exclusifs (Figure 10). En général, ils combinent un remplacement en Europe et une certaine continuité évolutive en Asie, considérant que les populations d'*Homo erectus* asiatiques en place et les populations d'*Homo sapiens* anatomiquement modernes venues d'Afrique auraient pu s'hybrider dans une plus ou moins grande mesure (Bräuer, 1984, 1989 & 1992b).

2.1.2. Les arguments paléoanthropologiques : les « fossiles de transition » entre *Homo erectus* et *Homo sapiens*

L'étude des hominidés fossiles africains âgés de 500 000 à 30 000 ans environ reflète une transition morphologique apparemment « progressive » des *Homo erectus / ergaster* aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes (Tableau 2). Dans ses grandes lignes, cette évolution en Afrique semble acceptée par la majorité des chercheurs (Bräuer, 1991 ; Bräuer, 1992a mais voir cependant Smith, 1993 et Wolpoff, 1989). Les points de désaccord se situent plutôt dans l'interprétation des modalités de cette évolution (vitesse d'évolution et nombre d'espèces concernées) et surtout sur la singularité – ou non – de ce processus à l'Afrique. En d'autres termes, la transition entre *Homo erectus* et *Homo sapiens* s'est-elle produite uniquement en Afrique ou bien également en Europe et en Asie ? Nous proposons ci-

dessous une rapide revue des spécimens pouvant prétendre au titre de « fossiles de transition ».

Les fossiles africains

Les hominidés du Pléistocène moyen et supérieur d'Afrique peuvent être regroupés en trois entités, essentiellement constituées sur des bases chronologiques.

Tableau 2. Liste et attribution des principaux fossiles d'âge Pléistocène moyen et supérieur utilisés pour démontrer l'origine africaine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes (d'après Bräuer, 1991 et les références citées dans le texte)

Dénomination	Age	Spécimens	Pays
Homo sapiens anatomiquement modernes (les plus anciens)	dès 130 à 100 ka BP env.	Omo 1 (Kibish)	Ethiopie
		Mumba XXI	Tanzanie
		Klasies River Mouth	Afrique du Sud
		Border Cave	Afrique du Sud
		Equus Cave	Afrique du Sud
		Die Kelders Cave	Afrique du Sud
Homo sapiens archaïques récents	de 200 à 100 ka BP env.	Laetoli H18 (Ngaloba)	Tanzanie
		Omo 2 (Kibish)	Ethiopie
		Eliye Springs 11693	Kenya
		KNM-ER 3884 (Ileret)	Kenya
		Florisbad	Afrique du Sud
Homo sapiens archaïques anciens	de 400 à 200 ka BP env.	Ndutu	Tanzanie
		Bodo	Ethiopie
		Eyasi 1 et 2	Tanzanie
		Saldanha (Hopefield, Elandsfontein)	Afrique du Sud
		Kabwe 1 (et 2 ?)	Zambie

Les *Homo sapiens* archaïques anciens

La morphologie de ces fossiles est dite en mosaïque. Pour un individu donné, certains caractères sont en effet dans un état plésiomorphe tandis que d'autres sont apomorphes. Dans l'ensemble, on constate chez ces fossiles une augmentation générale de la capacité cérébrale (par rapport aux *Homo erectus / ergaster*), en relation avec une modification de l'architecture de la voûte crânienne qui tend à s'élargir. L'écaille temporale est plus haute et le torus supra–orbitaire s'infléchit généralement au dessus de la glabelle tout en s'affinant latéralement. Toutefois, un *torus angularis* est souvent présent, ainsi qu'une carène sagittale

parfois prononcée. L'os frontal est également très fuyant chez *Homo erectus / ergaster* (Rightmire, 1983 & 1996 ; Clarke, 1990).

Les *Homo sapiens* archaïques récents

Dans l'ensemble, l'apparence de ces individus tend à être nettement moderne (frontal redressé, complexe supra-orbitaire réduit…). Ainsi, les fossiles Laetoli H18 et Florisbad se situent pratiquement au « seuil anatomique » des *Homo sapiens* modernes (capacité crânienne identique à celle de l'homme moderne : supérieure à 1350 cm^3). Toutefois, certains spécimens présentent un contour sagittal crânien bas, des pariétaux encore allongés et un occipital anguleux (Laetoli H18, Omo 2). La face de Eliye Springs 11693 est aussi très basse, large et massive (Bräuer & Leakey, 1986). Florisbad, quant à lui, montre une région supra-orbitaire relativement robuste et un frontal aplati dans le plan sagittal mais associés à une face tout à fait moderne (Clarke, 1985 ; Bräuer, 1991).

Les *Homo sapiens* anatomiquement modernes anciens

Il conviendrait certainement d'ajouter à cette liste les fossiles nord-africains Jebel Irhoud 1 et 2, mis au jour au Maroc en 1961 et dont l'âge a été récemment réévalué de 130 à 190 ka environ (Grün & Stringer, 1991 ; voir aussi Hublin, 1993).

Les plus complets de ces fossiles sont la calotte crânienne Omo 1 et les restes mis au jour à Border Cave et Klasies River Mouth, en Afrique du Sud. La morphologie de Omo 1 est tout à fait moderne, elle a souvent été comparée aux morphologies de type Cro–Magnon (Bräuer, 1984 ; Bräuer & Rimbach, 1990). Les restes humains mis au jour dans le complexe de grottes de Klasies River ont un âge d'environ 80 à 100 ka. Parmi ces fossiles, on remarque un fragment de frontal dépourvu de torus supraorbitaire et des fragments de maxillaires et de mandibules plus ou moins robustes, témoins d'une grande variabilité morphologique locale.

Les deux crânes de Jebel Irhoud présentent également des morphologies distinctes, Irhoud 1, nettement plus bas et allongé que Irhoud 2, est parfois considéré comme non moderne anatomiquement (Stringer, 1993).

Cette succession d'Hominidés africains de plus en plus modernes au cours du temps semble convaincante pour un grand nombre de spécialistes. Plus encore, les datations disponibles pour ces fossiles suggèrent l'apparition précoce en Afrique des *Homo sapiens* dits anatomiquement modernes. Ces derniers semblent effectivement présents en Afrique bien

plus tôt que partout ailleurs dans le monde et ce fait constitue l'un des arguments forts des partisans du modèle avec remplacement ainsi que des modèles que nous avons qualifiés d'intermédiaires.

Cependant, les défenseurs du modèle multirégional argumentent leur hypothèse évolutive sur quelques fossiles européens et asiatiques qui pourraient montrer une évolution locale comparable de formes anciennes de type *Homo erectus* vers des formes anatomiquement modernes hors d'Afrique.

Europe

En Europe de l'Est, les plus anciens fossiles indiscutablement modernes sont datés autour de 35 ka (Mladec) puis ils se trouvent à partir de 30 ka en Europe de l'Ouest. Certaines ressemblances anatomiques entre ces hommes du Paléolithique supérieur européen et les premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes africains précédemment évoqués ont par ailleurs été démontrées (Bräuer & Rimbach, 1990). Il semble donc plus ou moins admis que ces hommes modernes soient arrivés assez tardivement en Europe et nous laisserons ici de côté les problématiques propres au cas des Néandertaliens.

Certains hominidés fossiles européens plus anciens doivent cependant être rapidement mentionnés puisqu'ils sont à l'origine de la création d'un taxon particulièrement important dans la problématique de l'origine de l'homme moderne : *Homo heidelbergensis*. Ce terme fut créé par Otto Schoetensack pour la mandibule de Mauer (Heidelberg, Allemagne) mise au jour en 1908 et il est aujourd'hui de plus en plus utilisé. Pour l'Europe, des fossiles tels que ceux de la Caune de l'Arago (France), de Petralona (Grèce) ou encore de Ceprano (Italie) sont couramment attribués à *Homo heidelbergensis*. Notons au passage que le taxon *Homo heidelbergensis* est de plus en plus souvent employé pour des fossiles africains et chinois. Une telle pratique taxinomique n'est pas faite pour clarifier les choses : d'un *Homo heidelbergensis* européen, ancêtre local des Néandertaliens, ce taxon est désormais considéré par certains comme un grade intermédiaire entre hominidés anciens et *Homo sapiens*. Stringer considère que l'attribution du fossile chinois de Dali (voir ci-dessous) à *Homo heidelbergensis* est justifiée si l'on admet l'existence d'une vague de migration humaine supplémentaire vers l'Asie, entre celle des *Homo erectus* et celle des *Homo sapiens* anatomiquement modernes (*comm. pers.*, et Stringer, 2002).

Asie de l'Est et du Sud-Est

En ce qui concerne l'Asie, évoquons rapidement quelques fossiles chinois et indonésiens (Tableau 3), véritables pierres angulaires du modèle multirégional (Thorne & Wolpoff, 1981 ; Wu, 1988, 1991 & 1992 ; Pope, 1992 ; Wu & Poirier, 1995). La plupart de ces fossiles sont analysés dans le Chapitre 4 de ce travail (analyses Procrustes des calottes crâniennes). Des cartes et des synthèses chronologiques situant ces différents spécimens sont présentées en annexes.

Tableau 3. Fossiles pouvant montrer d'éventuels liens évolutifs locaux entre *Homo erectus* et *Homo sapiens* en Chine et en Indonésie (compilation effectuée à partir des références bibliographiques citées dans ce paragraphe)

Pays	Dénomination	Age	Spécimens	Matériel crânien
Chine	*Homo sapiens* "archaïques"/ *Homo heidelbergensis*	de 350 à 100 ka BP env.	Dali	crâne avec face
			Jinniushan	crâne avec face
			Maba	calotte et face partielles
	Homo sapiens anatomiquement modernes anciens	dès 100 ka BP env.	Xujiayao	1 maxillaire juvénile; 1 occipital
			Liujiang	crâne avec face
			Zhoukoudian Upper Cave 1, 2 et 3	3 crânes avec faces et mandibules
Indonésie (Java)	*Homo erectus* tardifs/ *Homo sapiens* "archaïques"/ *Homo soloensis*	> 100 ka BP ? ~50 ka BP ?	Ngandong	11 calottes crâniennes plus ou moins complètes
			Sambungmacan 1 et 3	2 calottes crâniennes
			Ngawi	calotte crânienne
Australie	*Homo sapiens* anatomiquement modernes "graciles"	dès 60 ka BP ?	Lake Mungo 1 et 3	2 calottes fragmentaires avec faces et mandibules partielles
	Homo sapiens anatomiquement modernes "robustes"	de 15 à 9 ka BP env.	Kow Swamp	env. 15 individus: crânes avec faces et mandibules plus ou moins complets
			Cohuna	crâne avec face

Les restes humains chinois de Dali, Jinniushan ou encore Maba sont très discutés puisqu'ils présentent une morphologie en mosaïque (voir par exemple Groves & Lahr, 1994 ; Wu & Poirier, 1995 ; Etler, 1996 ; Rightmire, 2001). Ils possèdent en effet des caractères ancestraux (développement des reliefs supra-orbitaires, frontal fuyant…) associés à des traits anatomiques nettement plus modernes (capacité crânienne importante, architecture de la voûte crânienne proche de celle des *Homo sapiens*).

Pour l'Indonésie, les nombreux spécimens de la série de Ngandong (Hommes de la Solo : voir Weidenreich, 1951 ; Jacob, 1967 et Santa Luca, 1980) ainsi que les deux calottes crâniennes de Sambungmacan et celle de Ngawi sont également interprétés par certains comme des fossiles de transition entre les *Homo erectus* classiques locaux (du dôme de Sangiran essentiellement) et les *Homo sapiens* anatomiquement modernes de la région, notamment avec les fossiles australiens de morphologie robuste (Macintosh & Larnach, 1972 ; Thorne & Wolpoff, 1981 voir aussi Habgood, 1987).

Pour Wolpoff et collaborateurs, il est possible de voir, comme l'avait énoncé F. Weidenreich, la persistance de caractères anatomiques régionaux depuis les *Homo erectus* jusqu'aux *Homo sapiens*, en passant par ces formes intermédiaires (voir entre autres Thorne & Wolpoff, 1981 ; Wolpoff *et al.*, 1984, 1988, 1994b & 2001 ; Wolpoff, 1986, 1989 & 1996; Frayer *et al.*, 1993 ; Hawks *et al.*, 2000). Cette argumentation repose sur le partage de caractères anatomiques crâniens propres aux hominidés de cette région, mais aussi sur la forme crânienne particulière de certains fossiles australiens qui serait directement héritée de paléo-populations indonésiennes représentées par les calottes de Ngandong, Sambungmacan et Ngawi (Wolpoff *et al.*, 2001).

Plusieurs études ont mis en doute les arguments anatomiques de ce modèle, en montrant notamment que la plupart des caractères supposés indiquer un lien phylogénétique local sont en fait des caractères plésiomorphes également rencontrés dans de plus ou moins grandes proportions chez de nombreuses autres populations humaines fossiles ou actuelles dans le monde (Kennedy, 1984 ; Habgood, 1987 & 1989 ; Bräuer, 1989 ; Groves, 1989a ; Lahr & Wright, 1996 ; Lahr, 1996 par exemple). La conservation préférentielle d'un caractère dans un état plésiomorphe ne peut en effet jamais rien indiquer en termes de relations phylogénétiques (Darlu & Tassy, 1993 et voir Zeitoun, 2000 pour une analyse cladistique des fossiles inclus dans le taxon *Homo erectus*).

L'argument de filiation des formes crâniennes entre les derniers *Homo erectus* indonésiens et les premiers *Homo sapiens* australiens a en revanche été assez peu testé, à l'exception des travaux ayant cherché à mettre en évidence des pathologies osseuses et/ou des déformations crâniennes chez certains *Homo sapiens* fossiles australiens (Webb, 1990 & 1995 ; Brown, 1992 ; Anton & Weinstein, 1999).

Nous proposons dans le présent travail de tester cette hypothèse d'une évolution graduelle et locale des conformations crâniennes depuis les *Homo erectus* classiques jusqu'aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes en Chine et en Indonésie-Australie, sans

apports majeurs et surtout sans remplacements de populations au début du Pléistocène supérieur.

L'application des superpositions Procrustes, en trois dimensions, permet de comparer objectivement des conformations crâniennes entre elles, tout en séparant les paramètres de taille des paramètres de conformation (selon l'équation « forme = taille + conformation », traduction de l'anglais *Form = Size + Shape* : Baylac, 1996). Nous pouvons ainsi confronter l'évolution des conformations crâniennes en Chine et en Indonésie-Australie avec celle des fossiles africains afin de tester leur équivalence et, le cas échéant, mettre en évidence leurs singularités. Ce dernier point permettra de réfuter l'un ou l'autre (voir les deux) modèle de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes, pour ce qui concerne les arguments de ressemblance/ dissemblance des formes crâniennes.

2.2. Développement et évolution des *Homo sapiens* au Pléistocène supérieur et à l'Holocène

2.2.1. Les populations actuelles : quelques points de repère

L'Asie du Sud-Est présente aujourd'hui une véritable mosaïque de populations résultant du brassage d'hommes d'origines variées, à la faveur des nombreuses et fréquentes migrations qui se sont produites depuis le Pléistocène. Dès les années 1860, Alfred Russel Wallace était frappé par la très grande variabilité morphologique qui se dégageait des « crânes de Malais » qu'il avait pu étudier (Wallace, 1869). Aujourd'hui encore, cette zone géographique est un véritable carrefour de déplacements humains : communautés chinoises en Indonésie et Malaisie, pêcheurs et marchands malais sur les côtes indonésiennes… Ces nombreux échanges et mélanges de populations en Asie du Sud-Est sont attestés pour les périodes historiques (Endicott, 1999). Au cours des deux derniers millénaires, les nombreux échanges commerciaux ont apporté des influences de l'Inde, de la Chine et du Moyen Orient. Puis est venue la période de la colonisation européenne… (Tarling, 1992 ; de Koninck, 1994).

Parmi ces populations diverses, l'exemple des petits groupes de chasseurs-cueilleurs encore présents en divers lieux d'Asie du Sud-Est (Figure 11 p.46) paraît pertinent pour appréhender les processus de migrations, contacts, échanges et/ ou remplacements de populations humaines dans cette vaste région. D'après l'archéologie et la linguistique deux

types de populations de chasseurs cueilleurs en Asie du Sud-Est doivent être distingués (Bellwood, 1999) : les chasseurs cueilleurs « depuis toujours » et les anciens agriculteurs (ayant pratiqué des formes d'élevage et/ou de culture des terres par le passé) puis revenus à un mode de vie de chasseur-cueilleur.

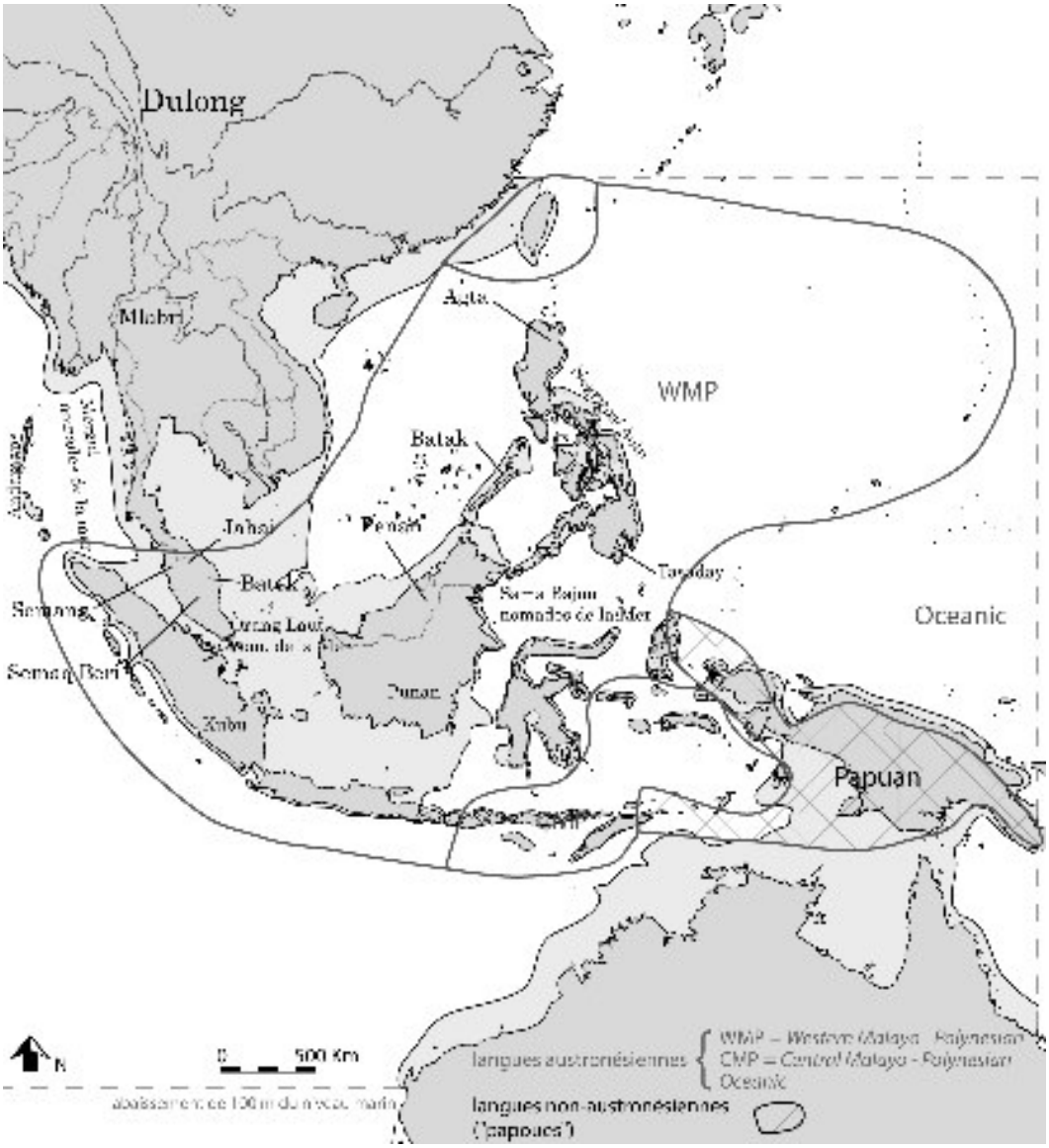


Figure 11. Carte des limites linguistiques et localisation des groupes d'hommes chasseurs-cueilleurs (d'après Bellwood, 1997 ; Endicott, 1999)

Retour à un mode de vie de chasseur-cueilleur

La plupart de ces groupes descend des populations à langues austronésiennes arrivées en Asie du Sud-Est autour de 5 000 ans BP (Bellwood, 1997 & 1999 et voir la discussion sur l'expansion des Austronésiens dans ce chapitre, p.53). Généralement, leur mode de subsistance combinait l'agriculture et l'élevage d'animaux avec la chasse, la cueillette, la

pêche et le troc. Certains ont, par la suite, abandonné l'élevage et la culture pour redevenir chasseur-cueilleurs. Il s'agit des :

- Punan du centre de Bornéo ;
- Nomades de la mer fréquentant les îles et les côtes de la Birmanie à l'est de l'Indonésie ;
- Kubu du sud de Sumatra ;
- Semaq Beri de la péninsule malaise ;
- Mlabri du NE de la Thaïlande.

Ces groupes ont généralement renoncé à l'élevage et à la culture pour l'exploitation d'environnements particuliers, tels que la forêt de mangrove par exemple, où l'exploitation de ressources sauvages semble plus facile qu'une véritable mise en culture.

Conservation du mode de vie de chasseur-cueilleur

Les groupes concernés sont :

- Les Negritos philippins ;
- Les Semang de la péninsule malaise ;
- Et probablement les Dulong du Yunnan et les autres groupes apparentés du sud-ouest de la Chine.

Ces groupes d'hommes sont restés chasseurs-cueilleurs mais ils ont adopté des langues austronésiennes (Negritos et Semang). Des contacts anciens ont certainement eu lieu entre ces groupes indigènes chasseurs-cueilleurs nomades et des groupes « plus organisés » de type commerçants marins ou agriculteurs éleveurs parlant des langues austronésiennes (Headland & Reid, 1989). Les premiers ont vraisemblablement été les fournisseurs en matières premières des second (à valeurs commerciales mais aussi des produits de la forêt pour l'agriculture). Par exemple en Malaisie, de tels commerces et échanges, principalement vers la Chine, ont pu commencer dès le 5ème siècle AD ; et les Negritos malais, collecteurs de la forêt pour le commerce maritime, auraient pu développer cette activité il y a 5 000 ans environ. Le même phénomène s'est produit entre les Philippines et la Chine : au nord-est de l'île de Luzon, des sites archéologiques ont permis de montrer que des populations cultivatrices de riz et des groupes de chasseurs Negritos vivaient à moins d'une journée de marche les uns des autres, depuis au moins 3 000 ans (Headland & Reid, 1989).

Comme nous l'avons dit, les Negritos philippins parlent des langues austronésiennes, comme leurs voisins non chasseurs-cueilleurs, mais sans qu'il y ait inter-compréhension. Dans quelles conditions ces groupes Negritos ont-ils adopté les langues austronésiennes de

populations arrivées il y a peut-être 3 000 ans ? (*cf.* expansion des « Austronésiens » p.53) Cela pourrait impliquer, à certaines périodes, des contacts plus proches que de simples échanges commerciaux ; des interactions plus intimes amenant d'abord le bilinguisme puis l'abandon d'une des langues. Et si l'adoption d'une nouvelle langue peut se faire en trois ou quatre générations seulement, le temps nécessaire pour la divergence constatée aujourd'hui entre langues austronésiennes des Négritos et langues austronésiennes des autres est au moins égal à 3 000 ans (Headland & Reid, 1989). En fait, ces groupes encore chasseurs-cueilleurs à l'heure actuelle peuvent avoir conservé ce mode de vie (alors qu'ils savent comment cultiver des champs par exemple) parce que c'est certainement celui dont ils profitent le mieux mais aussi parce que leurs voisins ou leurs partenaires commerciaux plus puissants les y maintiennent. Certains groupes de chasseurs-cueilleurs ancestraux (Lanoh de Malaisie, Ayta Négritos de Luzon ouest) sont devenus agriculteurs complets et d'autres (Dulong et autres groupes apparentés de Chine du Sud-Ouest) alternent de façon saisonnière l'agriculture et la chasse-cueillette (Song & Shen, 1999).

2.2.2. Les *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : interprétation du registre fossile avant ce travail

Avant toute chose, il est nécessaire de faire un point explicite sur la terminologie utilisés concernant les différents groupes d'hommes, passés ou actuels, d'Asie du Sud-Est. L'anthropologie (et la paléoanthropologie) souffre depuis sa création d'abus commis dans la pratique ou l'utilisation faite de certaines études dans des domaines où elle n'est pas compétente (Wolpoff & Caspari, 1996 ; Gould, 1997). Certaines interprétations des différences entre races humaines actuelles, autrefois reconnues d'après des critères physiques, sont parmi ces abus. Cependant, la littérature de la préhistoire d'Asie du Sud-Est est remplie « d'hommes mongoloïdes », « australoïdes », « mélanésoïdes », etc… Ce vocabulaire fait aujourd'hui partie du langage de la plupart des paléoanthropologues, biologistes et préhistoriens travaillant dans cette région et nous l'utiliserons donc dans cette courte synthèse bibliographique, avec précaution (voir Terrell, 1996 pour un plaidoyer contre la conservation de ces expressions). Ces termes ne se rapportent à rien d'autre qu'à des hommes, fossiles la plupart du temps, présentant des affinités morphologiques avec les habitants de l'Asie de l'Est (« mongoloïdes »), de l'Australie (« australoïdes ») ou de la Mélanésie (« mélanésoïdes »), en rappelant bien qu'aucune limite ne peut être reconnue entre

ces groupes et que tous les « intermédiaires » existent… résultat d'une histoire évolutive complexe des populations humaines que nous cherchons à mieux connaître par le présent travail.

2.2.2.1. Quelques découvertes anciennes « à affinités australo-mélanésiennes »

Peu de fossile datant du Pléistocène supérieur ont été décrits, mais selon Bellwood (1997), l'étude des restes humains les plus anciens d'Asie du Sud-Est (spécimens de Niah et de Tabon) fournit la preuve de la présence d'une population ancestrale australo–mélanésienne dans des régions occupées aujourd'hui par des populations mongoloïdes. Toutefois, telles qu'elles ont été publiées, les datations et les affinités morphologiques des fossiles anciens de Niah (le *Deep Skull*) et de Tabon appellent à la plus grande prudence (*cf. Chapitre 2*). Il semble que de trop grandes incertitudes entourent ces fossiles pour en tirer de telles conclusions. Dans ce travail, la datation et la description complète des fossiles humains de Tabon (Palawan, Philippines) sont proposées pour la première fois (voir aussi Détroit & Dizon, 2002 ; Dizon *et al.*, 2002).

a. Gua Cha (Malaisie)

La description des restes humains mis au jour à Gua Cha (Malaisie) a permis de proposer plusieurs interprétations. Dans leurs études du matériel cranio–dentaire, Trevor & Brothwell (1962) puis Bulbeck (1982) ne trouvent pas de différences morphologiques fondamentales entre les spécimens les plus anciens (contexte Hoabinhien) et les plus récents (contexte Néolithique) du site. Tous les individus, quel que soit leur âge stratigraphique, montrent des affinités morphologiques générales avec les Mélanésiens. Il est donc possible que ces fossiles représentent les ancêtres de certaines populations locales actuelles nommées *Orang Asli* (littéralement « hommes originels »). Ces « Aborigènes malais » (Semang et Senoi : Figure 11 p.46) se différencient nettement, tant au niveau morphologique que culturel, des autres Malais actuels (très proches des Mongoloïdes du sud). Les hommes fossiles de Gua Cha pourraient donc être les ancêtres des Negritos Semang ainsi que des Senoi (Bulbeck, 1996 & 2001). Cependant, Bellwood (1997) souligne à leur propos que des analyses génétiques ont indiqué qu'ils étaient proches des Mon–Khmer (Cambodge). Il est ainsi possible que les Senoi aient hérité en partie de populations venues de régions plus au nord

jusque dans la péninsule malaise au cours du Néolithique (Bellwood, 1993 et voir aussi Oota *et al.*, 2001). Ce dernier résultat implique pour Bellwood (1997) la nécessité de faire intervenir un certain degré de remplacement de population dans la péninsule malaise.

b. Wajak (Java, Indonésie)

Les restes fossiles de Wajak, récemment datés à environ 6 500 ans BP (Storm, 1995 ; Shutler, 1995), présentent globalement des affinités Australo–Mélanésiennes mais leur face « plate » (notamment celle de Wajak 1) pourrait indiquer une influence mongoloïde (Coon, 1962 ; Jacob, 1967). Selon ces auteurs, les fossiles de Wajak permettraient de montrer que les populations javanaises avaient déjà été soumises à des influences mongoloïdes bien avant l'arrivée des Austronésiens (bien que depuis les années 1960, la date des restes humains de Wajak ait été nettement rajeunie). Jacob (1967) avance l'hypothèse que la population à laquelle appartenait Wajak pouvait être l'ancêtre des Mongoloïdes javanais ainsi que des Australo–Mélanésiens actuels.

c. Les fossiles holocènes de Flores

Aujourd'hui, les habitants de l'île de Flores sont considérés comme étant assez proches des Mélanésiens, morphologiquement et biologiquement. Les fossiles humains mis au jour à Flores sont généralement présentés comme des représentants anciens (d'âge Holocène) d'un même type de population (affinités Australo-Mélanésiennes), il s'agit notamment de :

- Liang Momer et Liang Toge (env. 2000 BC; Jacob, 1967 ; Storm, 1995 ; Plas, 2002)
- Tanjung Pinang (île Morotai; env. 2000 BP ; Bulbeck, 1981)

d. Autres découvertes indonésiennes anciennes

Une série de restes humains aux affinités morphologiques Australo–Mélanésiennes a été mise au jour dans les parties nord et ouest de l'Indonésie, aujourd'hui occupées par des populations à affinités mongoloïdes. Ces fossiles ne sont pas datés directement mais ils sont considérés comme étant nettement antérieurs aux premières périodes d'utilisation du métal, associées aux sud Mongoloïdes. Il s'agit de :

- Gua Lawa, Sampung (Jacob, 1967 ; van Heekeren, 1972 et ce travail pour la description des nouveaux fossiles mis au jour dans ce site);
- Leang Buidane (île Talaud), avec un crâne ancien : celui de l'individu le plus profond dans la stratigraphie du site (Bulbeck, 1981)

2.2.2.2. Quelques découvertes indonésiennes anciennes « à affinités mongoloïdes »

Un petit nombre d'individus fossiles plus récents, correspondant à la fin du Néolithique, présenteraient des morphologies clairement mongoloïdes, en particulier au niveau dentaire (incisives en forme de pelle notamment). Il s'agit de :

- Leang Cadang (Sulawesi du sud ; Jacob, 1967) ;
- Gilimanuk (Bali ; env. 2 000 ans BP ; Jacob, 1967) ;
- Leang Buidane, série de sépultures en jarres (île Talaud ; 1er millénaire AD ; Bulbeck, 1981).

Selon Jacob (1967) ces spécimens sont clairement les ancêtres des habitants mongoloïdes actuels d'Indonésie.

2.2.2.3. Une hypothèse : le remplacement des « Australo–Mélanésiens » par les « Mongoloïdes du Sud »

La synthèse proposée par Bellwood en 1997 est claire : les Mongoloïdes du sud sont arrivés dans l'archipel depuis le nord, certainement par les Philippines pour ce qui concerne les Austronésiens, mais peut être aussi par la péninsule malaise. Les Mongoloïdes du sud sont présents depuis au moins 1 000 ans BC dans la plupart des zones qu'ils occupent actuellement. Ils n'ont jamais atteint la Papouasie Nouvelle-Guinée ni les îles indonésiennes les plus orientales.

Selon Bellwood (1997), l'une des premières formulations de cette hypothèse du remplacement de différentes populations d'*Homo sapiens* en Asie du sud–est pourrait être celle de Barth, dans les années 1950. Celui-ci proposait un modèle dans lequel des populations chinoises auraient été chassées vers le sud par la pression démographique (suivant les révolutions du néolithique notamment). Puis, dans son tout aussi impressionnant que polémique *Origin of Races*, Coon (1962) reprend cette hypothèse qu'il reformule. L'Indonésie et les régions proches d'Asie du sud–est continentale devaient constituer la zone d'origine des populations australoïdes ensuite masquée par « *the great rush* » de l'expansion mongoloïde vers le sud. Selon Coon (1962), cette expansion aurait débuté « au Néolithique » et elle se manifeste sur les morphologies des différents fossiles mis au jour en Asie du sud–est continentale sous la forme d'un continuum allant des

Mongoloïdes jusqu'aux Australo–Mélanésiens, depuis le nord du Vietnam jusqu'à la péninsule Malaise.

Bellwood (1997 : 88) abonde dans ce sens : dans l'ensemble, tout ce matériel fossile pré–néolithique, progressif en termes de morphologie, permet de proposer les éléments suivants pour le scénario du peuplement :

- La partie nord de l'Asie du sud–est continentale et le sud de la Chine ont certainement été marqués par une prédominance mongoloïde ;
- La partie sud de l'Asie du sud–est continentale a été marquée par l'expansion sud Mongoloïde pendant le Néolithique et le *early metal Age*. En effet, la linguistique et les « sources historiques » indiquent une expansion considérable de groupes tels que les Thaï, les Vietnamiens et les Malais dans cette vaste zone continentale depuis environ 3 000 ans.

Dans les années 1970, Howells avait repris et aménagé cette hypothèse dans un cadre géographique plus large (voir par exemple Howells, 1973b, 1976 & 1989). La province formée par la plate-forme de la Sonde, la Wallacea et la plate-forme de Sahul, qu'il appelle « *Old Melanesia* », devait être occupée par les ancêtres des Australiens et des Mélanésiens actuels depuis au moins 50 000 ans (comme l'indiquent, selon lui, les découvertes de Niah, Tabon et Wajak). Aujourd'hui, les Australiens et les Mélanésiens représenteraient deux populations différenciées mais descendant de ces mêmes ancêtres qui occupaient la « *Old Melanesia* ». Pour la période actuelle, il nomme « *New Melanesia* » (Howells, 1973b: 192) la province occupée par les Mongoloïdes du sud. Elle se compose de l'Indonésie, de la Polynésie et de la Micronésie. L'arrivée des Mongoloïdes du sud dans cette région est mise en relation avec l'expansion des *Austronesian speakers* depuis le sud de la Chine, à partir de 3 000 ans BC.

Pour sa synthèse à l'échelle de l'Asie et du Pacifique, Howells pourrait être considéré comme un précurseur. En effet, cette hypothèse appliquée à l'histoire des populations humaines d'Asie du Sud-Est doit ses plus récents développements aux nombreux travaux de recherche effectués sur l'origine des Polynésiens et la colonisation du Pacifique lointain. Les modèles que les paléoanthropologues et les archéologues spécialistes de l'Asie du Sud-Est ont discuté pendant plusieurs années dans un périmètre « assez réduit » (l'Asie du Sud-Est couvre tout de même quelque 20 millions de kilomètres carrés) se sont retrouvés « sous les feux de la rampe » à l'occasion des grands débats sur la colonisation du Pacifique : l'origine des hommes porteurs de la culture Lapita, l'expansion austronésienne, les premiers grands navigateurs du Pacifique… (*cf.* par exemple la *Roundtable on Austronesian Origins and Dispersal History* lors du 17ème congrès de l'IPPA à Taipei en septembre 2002).

Zone d'origine ou plus simplement de passage entre l'Asie continentale et les îles du Pacifique, l'Asie du Sud-Est se situe de nouveau au cœur d'un débat impliquant de nombreuses disciplines se voulant complémentaires mais dont les différents protagonistes se retrouvent bien souvent en contradiction (archéologie, linguistique, génétique… et paléoanthropologie).

2.2.3. Ancêtres ou voisins ? Le rôle des populations anciennes d'Asie du Sud-Est dans l'origine et l'histoire des « Austronésiens »

La totalité des îles lointaines du Pacifique sont aujourd'hui peuplées d'hommes qui, à l'instar des occupants de l'Asie du Sud-Est insulaire et d'une petite partie de la Mélanésie, parlent des langues apparentées à la grande famille linguistique austronésienne (Figure 12 p.54). Les données archéologiques indiquent que l'arrivée des hommes dans ces îles du Pacifique, inhabitées jusqu'alors, s'est produite au cours des 3 à 4 000 dernières années, mais l'origine de ces populations humaines « nécessairement venues d'ailleurs » est l'objet de vifs débats, semble-t-il depuis toujours (Gibbons, 2001).

L'Asie du Sud-Est insulaire (Philippines et Indonésie actuelles), peuplée elle aussi quasi-uniquement d'Austronésiens, a longtemps été considérée par les archéologues comme la région d'origine de ces groupes humains, mais le plus souvent par défaut (peu de données permettaient de le montrer). Les pratiques culturelles se seraient modifiées progressivement dans ces îles (le « *Island Southeast Asian Homeland* »), se caractérisant par la maîtrise de l'agriculture et la domestication de certaines espèces animales (cochons, poules et chiens) ; puis dès 5 000 ans BC environ, certains groupes seraient partis en direction du Pacifique proche puis lointain (Solheim, 1976 ; Meacham, 1991).

On peut également rattacher à ce scénario le modèle dit « *Entangled bank* » de Terrell (Terrell, 1988 ; Terrell & Welsch, 1997 ; Terrell *et al.*, 2001). Le rôle joué par les occupants anciens de la Mélanésie (côtes nord de la Papouasie Nouvelle-Guinée) dans l'origine des premiers migrants vers les îles plus lointaines du Pacifique est mis plus en avant que dans le *Island Southeast Asia Homeland.*

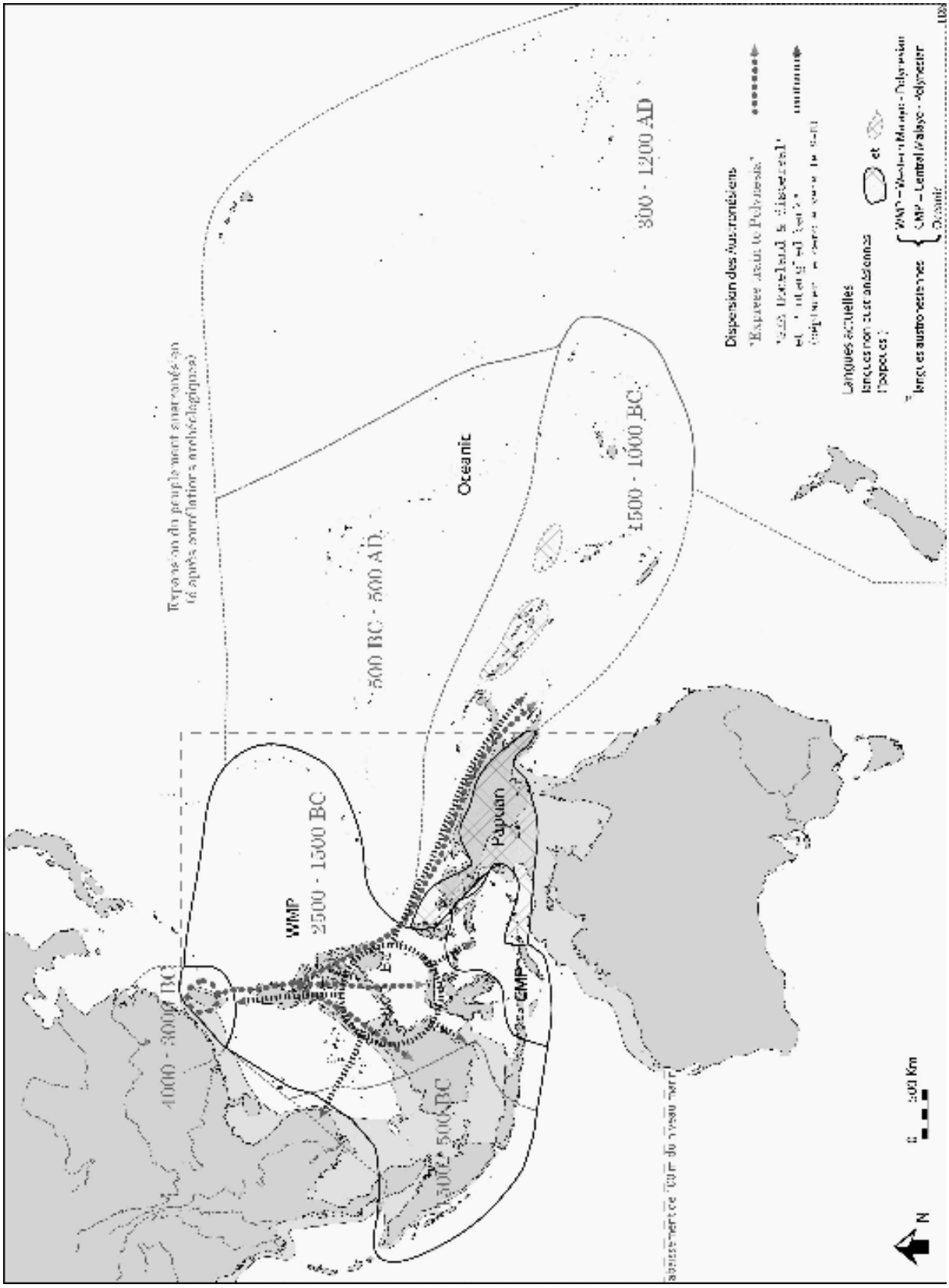


Figure 12. Expansion des peuplements austronésiens : répartition actuelle des groupes linguistiques, présentation simplifiée des deux modèles « Southeast Asian Homeland » et « Express train to Polynesia », et période d'arrivée approximative des austronésiens dans chaque région (d'après Bellwood, 1997 ; Oppenheimer & Richards, 2001a & 2001b)

Mais depuis quelques années, le modèle appelé « *Express Train to Polynesia* » ou « *Out of Taiwan* » se présente en alternative (Diamond, 1988 ; Spriggs, 1996 & 2000 ; Bellwood, 1997). Selon cette hypothèse issue d'une considérable synthèse de données archéologiques, linguistiques et génétiques, l'origine des Austronésiens se situerait entre 4 et 5 000 ans BP en Chine du sud et/ou à Taiwan. Cette expansion aurait été assez rapide et se serait produite selon un mode de remplacement des populations en place jusqu'alors (pour les régions telles que l'Indonésie et la Mélanésie où ils n'étaient pas les premiers colons).

Sans rentrer dans les méandres techniques propres à la linguistique et à la génétique, nous pouvons tenter de présenter de façon concise les différents arguments qui, corrélés aux données archéologiques, ont permis d'établir les deux principaux modèles de l'origine des Polynésiens.

Austronésiens

Le sens premier du terme Austronésiens est linguistique, il désigne les hommes parlant les langues de la famille austronésienne : c'est à dire les habitants actuels de l'Asie du sud est insulaire et des îles du Pacifique, à l'exception de la Papouasie Nouvelle-Guinée et de quelques îles situées à l'est et à l'ouest de celle-ci (Figure 12 p.54). A l'heure actuelle, les Austronésiens sont donc très divers, tant au niveau biologique (génotype et phénotype) que culturel. Les Polynésiens, occupants les îles du Pacifique, sont des Austronésiens au même titre que les Javanais, par exemple.

Lapita

Le terme Lapita renvoie à une culture préhistorique rencontrée dès 3 500 à 3 200 BP dans l'archipel des Bismarck, peu de temps après au Vanuatu, en Nouvelle-Calédonie et autour de 3 000 ans BP dans les îles Fiji avant de gagner progressivement toutes les îles lointaines du Pacifique. Cet assemblage culturel, dont le site éponyme se trouve en Nouvelle-Calédonie, est défini par la présence de poteries à motifs caractéristiques (de même que la technique de manufacture et la forme des pots), complété le plus souvent d'outils polis (haches de pierre ou de coquillage), d'objets en obsidienne et de parures en coquillages. Dans ces îles, il semble que la culture Lapita ait disparu (ou du moins ait perdu ses caractères distinctifs) vers 700 ans BC environ (Summerhayes, 2001).

« Lapita= Austronésiens » ?

Derrière cette équation repose en fait une grande partie du désaccord entre les partisans des différents modèles. Selon Bellwood et d'autres (Diamond, 1988 ; Spriggs, 1991 ; Bellwood, 1997), les premiers colons des îles lointaines du Pacifique, de culture Lapita, étaient linguistiquement des Austronésiens mais issus quasi-exclusivement d'une vague de

migration partie de Taiwan. En effet, le développement du Néolithique (domestication d'animaux, culture du riz, industries polies, poteries décorées de motifs géométriques) sur l'île semble précoce et est considéré ici comme l'ancêtre direct de la culture Lapita. Pour cette filiation, Bellwood (1997) s'appuie essentiellement sur la linguistique, indiquant que les langues austronésiennes de Taiwan sont les plus complexes et vraisemblablement les plus anciennes (les plus proches d'un hypothétique « proto-austronésien » : Gray & Jordan, 2000 mais voir Cann, 2000), et sur l'archéologie : vers 1 000 à 2 000 ans BC, on rencontre aux Philippines des poteries (Figure 13 p.57) ornées de motifs très proches de ceux que l'on retrouve plus tôt à Taiwan et peu de temps après sur les poteries Lapita (voir aussi Bellwood, 1985 ; Spriggs, 1989 & 1991).

Cependant, les poteries découvertes aux Philippines sont mal datées et Solheim estime qu'elles sont plus anciennes et donc ancestrales à celles de Taiwan (Solheim, 1976 & 2002). Cet avis est partagé par Meacham qui ne voit dans le registre archéologique aucun indice d'une vague de migration majeure partie de Taiwan ou de Chine du sud ; pour lui, l'origine du peuple austronésien se situe quelquepart aux Philippines ou en Indonésie (Meacham, 1985 & 1991).

Pour conclure sur cette brève revue des différents modèles, il faut souligner que l'opposition entre les deux hypothèses présentées ci-dessus a souvent été fortement caricaturée et exagérée (Terrell, 2001). Il semble que la plupart des spécialistes impliqués dans cette problématique soient aujourd'hui d'accord sur l'existence d'une vague de migration majeure (restent les désaccords sur les dates et l'origine exactes de celle-ci) et sur l'influence des peuples indigènes plus anciens de Mélanésie dans la genèse de la culture Lapita (restent les désaccords sur l'importance relative jouée par ces Mélanésiens anciens). Un grand nombre de chercheurs semblent désormais se tourner vers le modèle du « Triple I » proposé par R. Green pour expliquer l'émergence de la culture Lapita en Mélanésie insulaire (Green, 1991) :

- Intrusion : apport de nouveaux éléments culturels depuis l'extérieur ;
- Intégration : emprunt de techniques et de pratiques aux hommes présents sur ces terres depuis longtemps ;
- Innovation : développement d'une nouvelle culture adaptée à la vie dans ces îles et celles du Pacifique lointain.

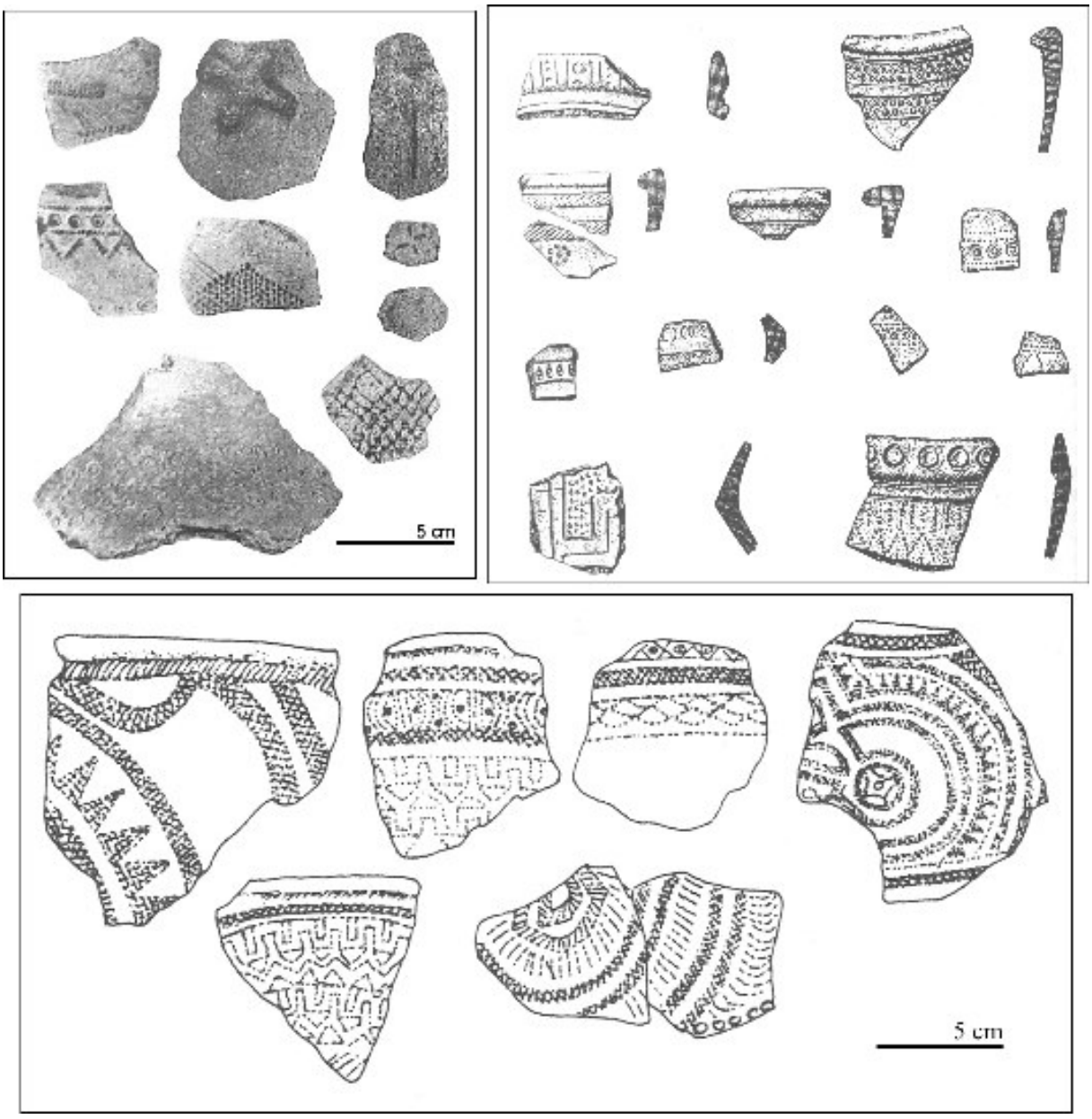


Figure 13. Poteries à motifs incisés et ponctués, de gauche à droite et de haut en bas : de Tapenkeng (Taiwan : *in* Chang, 1969), des grottes de Batungan (Philippines : *in* Bellwood, 1997) et du site de Lapita (Nouvelle Calédonie : *in* Garanger, 1997)

Qu'en est-il de la paléoanthropologie ?

Les données de la paléoanthropologie sont rarement prises en compte pour l'élaboration de ces modèle. En effet, elles sont éventuellement considérées comme des informations importantes mais trop hétérogènes (chronologiquement et géographiquement) et fragmentaires pour que leur synthèse soit réellement pertinente (Bellwood, 1997). Disposant de nouveaux *Homo sapiens* fossiles de la fin du Pléistocène supérieur et de l'Holocène, il semble possible de confronter et d'éventuellement tester les hypothèses

formulées pour l'origine et l'expansion des Austronésiens à la lumière de ces nouvelles données paléoanthropologiques. Comme le génotype, le phénotype se transmet exclusivement de façon verticale (de génération en génération) et non pas verticalement et transversalement (diffusion par contacts et échanges) comme c'est le cas pour les pratiques culturelles ou encore les langues. Le polymorphisme et les migrations rapides de proche en proche (sur de courtes distances mais de façon répétée) ne doivent pas être négligés en tant que facteurs limitant d'une approche paléoanthropologique de cette problématique mais il semble possible de tester :

- l'ampleur des changements morphologiques sur les fossiles d'une même aire géographique ;
- la période chronologique où se produisent ces changements ;
- éventuellement l'adéquation de ces observations avec l'un ou l'autre modèle (« *Express train* » en cas de brusque remplacement relativement récent ; « *SEA homeland* » ou « *Entangled bank* » en cas de changements plus progressifs et plus précoces).

Chapitre 2 *HOMO SAPIENS* FOSSILES D'ASIE DU SUD-EST : NOUVELLES DESCRIPTIONS

1. LA GROTTE DE MOH KHIEW (THAÏLANDE)

1.1. Introduction

Les grottes de Moh Khiew et de Sakai (Figure 14 p.60) ont été fouillées au début des années 1990 sous la direction du Professeur Surin Pookajorn (Faculté d'Archéologie, Université Silpakorn, Bangkok). Un grand nombre de restes humains fossiles ont été mis au jour dans ces sites. La description du contexte archéologique général (industries, restes fauniques et floristiques), du contexte sépulcral des restes humains et une description paléopathologique de ces derniers ont été présentés dans deux rapports de fouille (Pookajorn & Staff, 1991 ; Pookajorn & Staff, 1994) et plusieurs conférences (Détroit & Pookajorn, 2001 ; Pookajorn, 2001 et voir Oota *et al.*, 2001 pour une tentative d'analyse d'ADN de quelques restes fossiles).

Au cours du mois de janvier 2000, Nous avons eu l'opportunité de restaurer et d'étudier à l'université Silpakorn (Bangkok) ces *Homo sapiens* fossiles dont l'un est le plus complet et le plus ancien d'Asie du Sud-Est continentale connu à ce jour (individu 1 de Moh Khiew. La description des individus 1 et 2 de Moh Khiew (plus particulièrement neurocrâne, face et dents, mieux conservés) est proposée après une synthèse concise des données archéologiques extraites des fouilles. Cette synthèse, tout particulièrement articulée autour des fossiles étudiés, a été réalisée d'après les deux rapports de fouilles précédemment cités et des informations qui nous ont été communiquées par le Professeur Pookajorn.

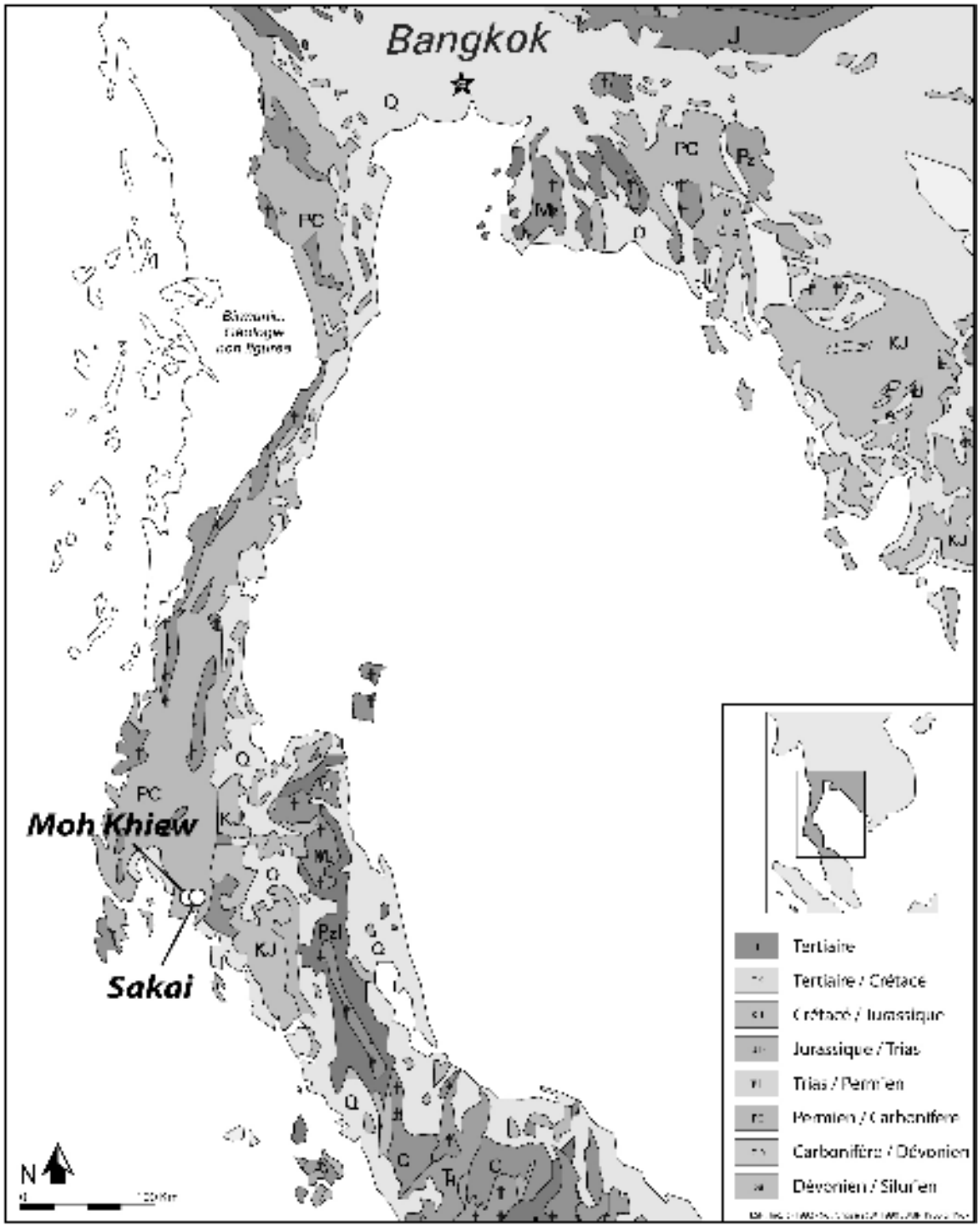


Figure 14. Localisation des sites de Moh Khiew et Sakai dans leur contexte géologique

1.2. Présentation du site

Le nom du site, *Moh Khiew*, provient d'un herboriste du village voisin qui a vécu et est mort dans cette grotte, dans les années 1950. Depuis cette époque, les villageois collectent la terre du sol de la grotte pour l'utiliser comme fertilisant. Les niveaux superficiels ainsi que la topographie du sol de la grotte étaient donc très perturbés quand les premières recherches archéologiques ont été lancées sur le site en 1991.

a. Localisation géographique et contexte géologique

La grotte de Moh Khiew se trouve dans le district de Muang Krabi (8°00' – 8°15' latitude N ; 99°00' – 98°50' longitude E), province de Krabi, située sur la côte ouest de la péninsule thaïlandaise (Figure 14).

Le site se trouve plus précisément dans la zone montagneuse (*Khao Nha Shing*) du district de Muang Krabi. Cette zone montagneuse, d'altitude assez faible (60 à 700 m d'altitude), est essentiellement constituée d'un étroit massif calcaire permien lui même situé au sein d'un vaste ensemble d'âge Carbonifère / Permien (Figure 14). L'abri sous roche de Moh Khiew s'est formé au sein de cette zone calcaire dans laquelle s'est développé un important réseau karstique très riche en grottes et abris sous roche. Plusieurs sites localisés dans cette formation, notamment à Lang Rong Rien, Ban Thab Prik, Khao Nha Shing et Khao Khanab Nam, ont été explorés (Anderson, 1990).

L'abri de Moh Khiew se trouve à 100 m au dessus du niveau marin actuel. Le site est un abri sous roche allongé d'Est en Ouest, d'environ 3 mètres de large pour une longueur de plus de 30 mètres. La paroi rocheuse est au sud (Figure 15 p.62).

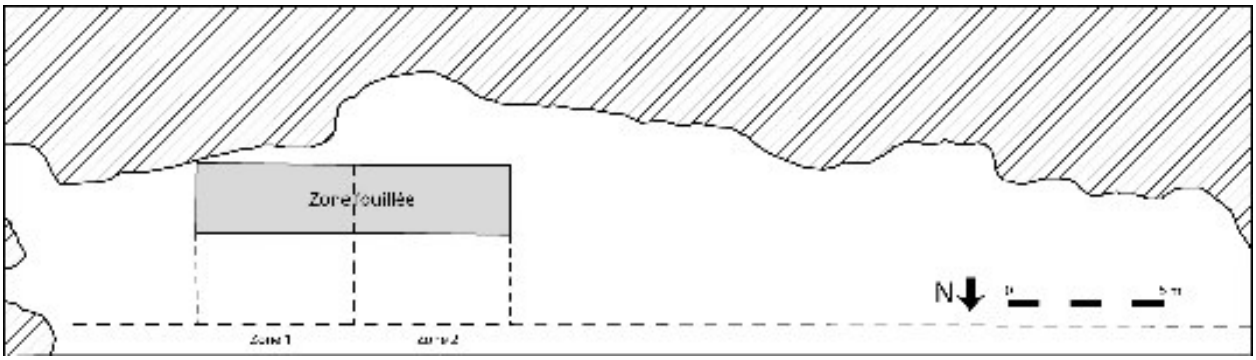


Figure 15. Plan du site de Moh Khiew et localisation de la zone fouillée (d'après Pookajorn & Staff, 1994)

b. Les niveaux d'occupation humaine : contexte culturel

La fouille du site de Moh Khiew a été entreprise en 1991, sous la direction du Professeur Surin Pookajorn. Les villageois rapportent cependant une précédente exploration de l'abri par des archéologues du *Fine Arts Department*, mais qui n'est attestée par aucun rapport de fouille (Pookajorn & Staff, 1991; Pookajorn, *comm. pers.*).

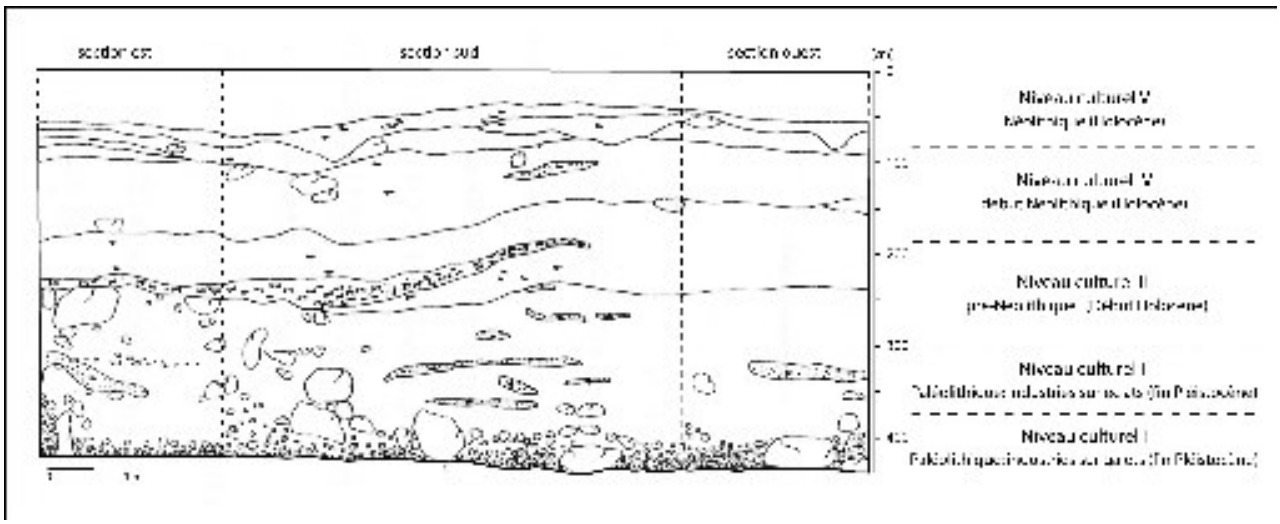


Figure 16. Coupe stratigraphique de la zone de fouille 1 de la grotte de Moh Khiew mise en correspondance avec la succession des 5 niveaux archéologiques reconnus (d'après Pookajorn & Staff, 1994)

Une première tranchée de 2 mètres par 5 mètres a tout d'abord été fouillée (Figure 15 : zone 1), parallèlement à la paroi rocheuse ; puis celle-ci a été étendue vers l'Ouest. La fouille,

atteignant une profondeur maximale d'environ 4,5 m (Figure 16), a permis de mettre au jour des fragments de poteries, des industries lithiques et osseuses (Tableau 4 p.63, Figure 17 p.65 et Figure 18 p. 66), des restes fauniques et des ossements humains (Tableau 5 p.67). Parmi les six niveaux sédimentaires mis en évidence, cinq niveaux archéologiques (ou « Niveaux Culturels » dans les rapports) successifs et un niveau stérile ont été distingués d'après la quantité et le type des outils (Pookajorn & Staff, 1991 ; Pookajorn & Staff, 1994; Figure 16). Le niveau 1 est le plus en surface et le niveau 6 se situe à la base des fouilles.

Tableau 4. Nature et quantités d'industries lithiques, osseuses et des fragments de poterie mis au jour dans les niveaux archéologiques successifs de la grotte de Moh Khiew (d'après Pookajorn, 1994)

Niveaux sédimentaires	Dénomination archéologique	Industries lithiques (nombre de pièces)	Industries sur os	Poteries
Niveau 1	Niv. culturel V, « *Late Neolithic* »	Majorité d'outils polis (herminettes), quelques "blank axes" et nombreux outils sur éclats, éclats de taille (1276)	Rares outils sur os (poinçons, "haches polies")	Fragments de couleur sombre, surface polie ou cordée, 4 à 9 mm d'épaisseur
Niveau 2	Niv. culturel IV, « *Early Neolithic* »	Haches de silex unifaciales et bifaciales, quelques "blank axes", nombreux outils sur éclats, éclats de taille (4667)	Quelques poinçons, parfois sur bois de cervidés	Fragments de couleur sombre, surface polie ou cordée, 4 à 9 mm d'épaisseur
Niveau 3	Niv. culturel III, « *Pre – Neolithic* »	Nombreux outils de quartzite et de silex, formes identiques aux outils hoabinhiens (outils sur galets par exemple), nombreux outils sur éclats (dont racloirs concaves, pointes de flèches...), éclats de taille (6870)	Pointes sur ossements de grandes tailles (dont une est "gravée"), outil sur bois de cervidé	Aucune
Niveau 4	Niv. culturel II, « *Late Palaeolithic* »	Outils uni - et bifaciaux, majoritairement de silex, *core tools* et outils sur éclats plus nombreux que dans les niveaux supérieurs (6460)	Pointes sur ossements de grandes tailles, percuteur en bois de cervidé	Aucune
Niveau 5	Niv. culturel I, « *Late Palaeolithic* »	Outils unifaciaux sur galets plus simples et de plus grandes dimensions que dans les niveaux supérieurs, peu d'outils de silex (1181)	Aucune	Aucune
Niveau 6	Niv. fluviatile stérile	Aucune	Aucune	Aucune

A partir de la base du remplissage, l'évolution et les changements majeurs au niveau des industries osseuses (Figure 17 p.65) et lithiques (Figure 18 p. 66) peuvent être résumés comme suit :

Le niveau 6 ne comporte aucune marque d'anthropisation, il est riche en blocs et galets roulés. Il s'agit probablement de restes d'une terrasse fluviatile déposée par une ancienne rivière passant à travers ou à proximité de la grotte.

Dans le niveau 5 (Niveau culturel I) sont rencontrés les premiers outils, ceux-ci sont pour la plupart unifaciaux, taillés sur galets de grande taille. Les matières premières exploitées sont le quartzite et plus rarement le silex. Les éclats, peu nombreux, n'ont généralement pas été utilisés.

Les deux niveaux suivants (3 & 4, ou Niveaux culturels II & III) ont livré des outils nettement différents. Tout d'abord, on note l'apparition des outils sur os : pointes, spatules et bois de cerf utilisés comme percuteurs. Les outils lithiques, préférentiellement de silex, sont bien plus abondants et de taille plus réduite que dans le niveau sous-jacent. Il s'agit d'outils uni- et bi-faciaux tels que racloirs ou pointes ; les outils sur galets sont encore fréquents. L'abondance des éclats non utilisés, parfois brûlés, permet de mettre en évidence des activités de taille sous l'abri. L'assemblage lithique du niveau 3 est rapproché de l'Hoabinhien (Pookajorn & Staff, 1994).

Les deux niveaux supérieurs (1 & 2, ou Niveaux culturels IV &V) voient l'apparition de fragments de poteries lisses ou cordées, de teinte généralement très sombre. Les outils lithiques, parfois polis, tels que haches ou herminettes sont également abondants et peuvent atteindre de grandes dimensions (jusqu'à une vingtaine de centimètres de long).

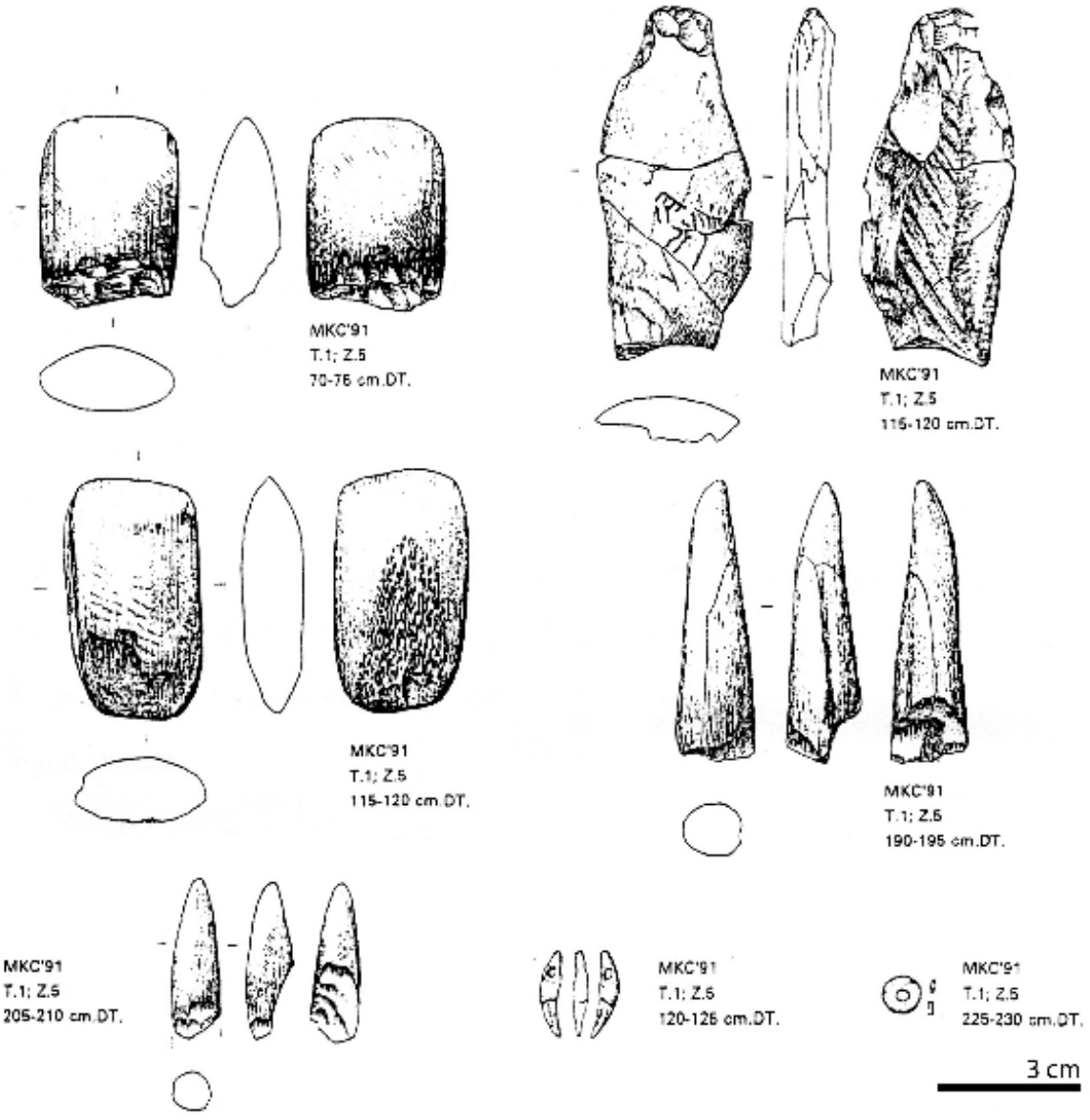


Figure 17. Quelques outils sur os et objets ornementaux (une dent perforée et une perle) mis au jour dans les différents niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew (la profondeur est spécifiée en cm pour chaque objet) (Pookajorn & Staff, 1994)

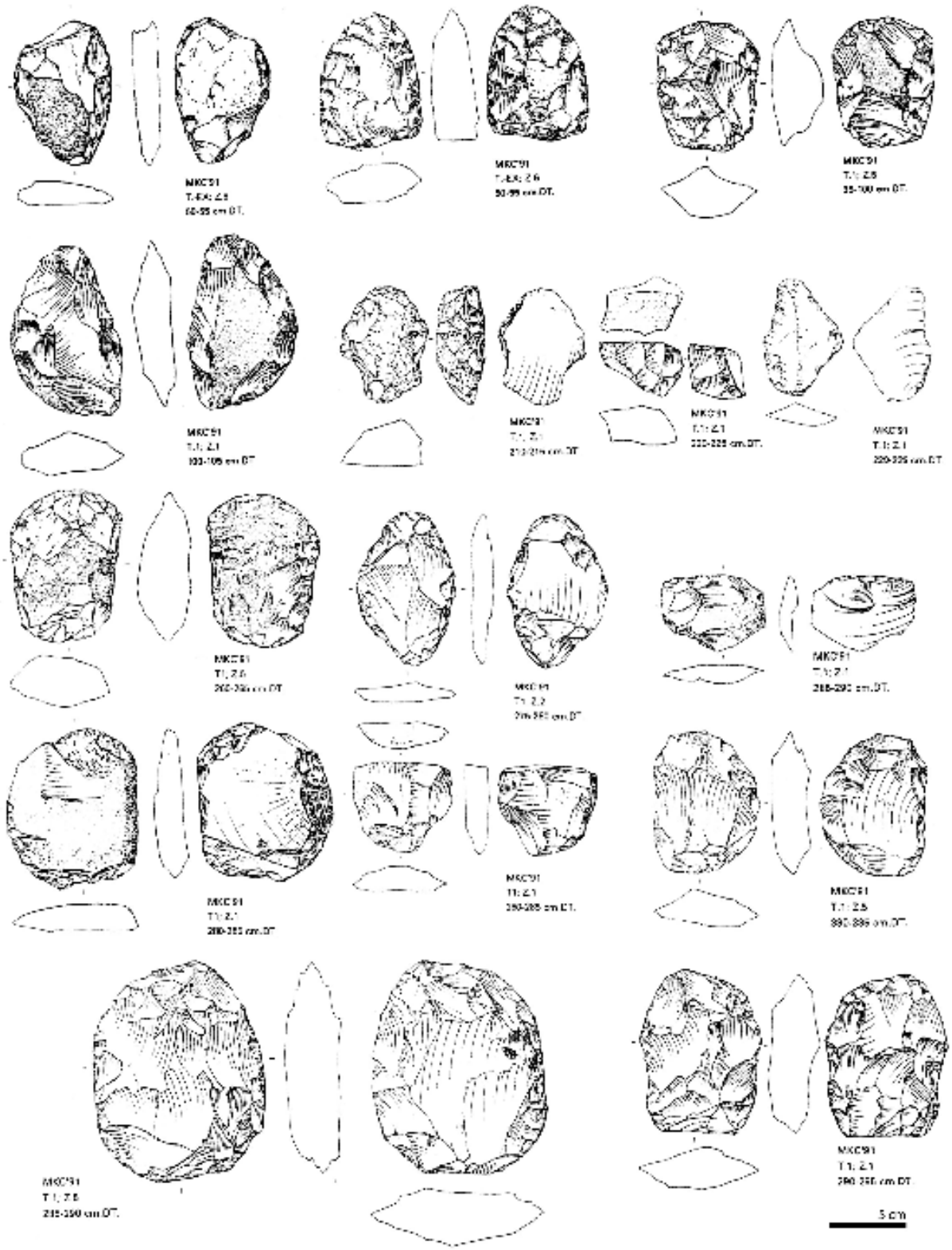


Figure 18. Quelques outils lithiques mis au jour dans les différents niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew (la profondeur est spécifiée en cm pour chaque objet) (Pookajorn & Staff, 1994)

Concernant la faune, les niveaux d'occupation inférieurs (Niveaux 4 et 5) sont riches en vertébrés de grande taille (grands bovidés comme le buffle) alors que les vertébrés de taille moyenne, les micro-mammifères et les coquilles de mollusques sont rares. Certains restes brûlés (fragments osseux et quelques coquilles) ont été mis au jour dans des zones riches en cendres et fragments de charbon indiquant d'anciens foyers aménagés au sein de l'abri-sous-roche.

Les niveaux plus récents (Niveaux 1, 2 & 3) montrent un appauvrissement relatif en vertébrés de grande taille et une nette augmentation des restes d'animaux de petite taille (micro-mammifères, coquilles de mollusques marins et de mangrove). Ces trois niveaux ont également livré des objets brûlés en abondance (ossements, coquilles mais aussi graines et éclats / outils lithiques).

Tableau 5. Nature et quantités relatives de restes fauniques (ossements de vertébrés et coquilles de mollusques) et humains mis au jour dans les niveaux archéologiques successifs de la grotte de Moh Khiew (d'après Pookajorn, 1994)

Niveaux sédimentaires	Dénomination archéologique	Ossements de vertébrés	Coquilles de mollusques	Restes humains
Niveau 1	Niv. culturel V, « *Late Neolithic* »	Animaux de grande taille et de petite taille, ossements brûlés	Majorité de mollusques de mangrove (*Brotia sp.*) également des mollusques marins et d'eau douce (*Filopaludina sp., Pila sp.*) quelques mollusques terrestres (*Cyprea annulus*)	Aucun
Niveau 2	Niv. culturel IV, « *Early Neolithic* »	idem Niveau 1, plus abondants	idem Niveau 1, plus nombreux	Aucun
Niveau 3	Niv. culturel III, « *Pre–Neolithic* »	Plus grand nombre d'animaux de grande taille au détriment des petits animaux	idem Niveau 2	Trois squelettes humains: sépulture 2 (adulte, fléchi), sépulture 3 (enfant, étendu), sépulture 4 (enfant, étendu)
Niveau 4	Niv. culturel II, « *Late Palaeolithic* »	Plus nombreux que dans les niveaux supérieurs, plus grand nombre d'animaux de grande taille au détriment des petits animaux	Diminution des mollusques marins et de mangrove par rapport aux niveaux supérieurs	Un squelette humain incomplet: sépulture 1 (adulte, position incertaine)
Niveau 5	Niv. culturel I, « *Late Palaeolithic* »	Animaux de grande taille (notamment grands buffles d'eau), rares restes de petits vertébrés	Très rares coquilles de mollusques	Aucun
Niveau 6	Niv. fluviatile stérile	Aucun	Aucun	Aucun

En ce qui concerne les *Homo sapiens* fossiles, les squelettes humains ont été mis au jour :

- dans le niveau 4 (Niveau culturel II) : une sépulture (MKC91 B1)
- dans le niveau 3 (Niveau culturel III) : trois sépultures (MKC91 B2, B3 & B4)

Il est à noter que, pour l'instant, aucune découverte de restes humains isolés n'est rapportée lors de la fouille de l'abri de Moh Khiew. Pendant l'étude du matériel à Bangkok nous n'avons pas pu (pour des raisons matérielles et de temps) passer en revue les collections fauniques afin d'y rechercher d'éventuels restes humains.

c. Datations absolues et estimation de l'âge des restes humains

Une série de datations absolues (^{14}C) a été effectuée sur les charbons mis au jour dans les différents niveaux archéologiques du remplissage (Tableau 6).

Tableau 6. Synthèse des restes humains mis au jour dans les niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew et datations absolues (^{14}C) de ces niveaux (d'après Pookajorn & Staff, 1991 ; Pookajorn & Staff, 1994)

Niveaux sédimentaires	Dénomination archéologique	Restes humains	Datations absolues (^{14}C)
Niveau 1	Niveau culturel V, *Late Neolithic*	Aucun	4250 ± 150 BP (OAEP-1290)
Niveau 2	Niveau culturel IV, *Early Neolithic*	Aucun	5590 ± 70 BP (OAEP-1291), 5940 ± 140 BP (OAEP-1289), 6090 ± 150 BP (OAEP-1278), 7060 ± 100 BP (OAEP-1277)
Niveau 3	Niveau culturel III, *Pre - Neolithic*	Trois squelettes humains: • sépulture 2 (adulte, fléchi), • sépulture 3 (enfant, étendu), • sépulture 4 (enfant, étendu)	8420 ± 90 BP (OAEP-1292), 9670 ± 100 BP (OAEP-1280), 9770 ± 100 BP (OAEP-1279), 10470 ± 80 BP (OAEP-1281), 11020 ± 150 BP (OAEP-1284), 10530 ± 100 BP (OAEP-1283)
Niveau 4	Niveau culturel II, *Late Palaeolithic*	Un squelette humain incomplet: sépulture 1 (adulte, position incertaine)	25800 ± 600 BP (TK-933 Pr) (charbons de la sépulture)
Niveau 5	Niveau culturel I, *Late Palaeolithic*	Aucun	Aucune
Niveau 6	Niveau fluviatile stérile	Aucun	Aucune

Les résultats de ces datations sont cohérents, donnant des âges absolus plus anciens en descendant la stratigraphie. Au-delà de la datation exacte des restes humains ou des différentes phases d'occupation humaine de la grotte, plusieurs points importants sont à souligner :

- Le plus ancien niveau attestant de la présence humaine dans la grotte (Niveau 5 ou Niveau culturel I, qualifié de *Late Palaeolithic*) n'a pas pu être daté, il est cependant plus ancien que 25800 ± 600 ans BP (TK-933 Pr), datation obtenue dans le Niveau 4 qui le recouvre. Cette antiquité place la grotte de Moh Khiew parmi les plus anciens sites d'occupation humaine sous abri récemment étudiés en Asie du Sud-Est, au même titre que les sites de Song Keplek et Song Terus en Indonésie (Simanjuntak, 2002 ; Sémah F. *et al.*, 2002 et ce travail) ; la grotte de Tabon aux Philippines (Fox, 1970 ; Dizon *et al.*, 2002) ou encore l'abri de Lang Rongrien (Anderson, 1990) situé dans la même région de Thaïlande.
- L'âge de la sépulture numéro 1 (MKC91 B1), mise au jour à la base du Niveau 4 (Niveau culturel II, qualifié de *Late Palaeolithic*), a pu être estimé par la datation de charbons prélevés autour du squelette. Cette date, de 25800 ± 600 ans BP, ne peut être considérée comme une datation absolue du squelette et d'éventuels remaniements sédimentaires synchrones (creusement de la fosse) ou postérieurs (migration de charbons) à la mise en terre du corps sont à prendre en considération. Cette date donne une estimation de l'âge de cet *Homo sapiens* fossile, qui est de toute façon plus ancien que l'âge de 11000 ans BP obtenu pour la base du niveau supérieur (Niveau 3).
- L'âge des trois sépultures mises au jour dans le Niveau 3 (Niveau culturel III, qualifié de *Pre-Neolithic*) est compris entre 8000 et 11000 ans BP environ. Il s'agit d'*Homo sapiens* du début de l'Holocène porteurs d'une culture dite pré-néolithique (riche en outils lithiques sur éclats et outils en os et ne comportant ni pierre polie ni poterie).
- Les premiers éléments marquant l'apparition du Néolithique (fragments de poteries notamment) sont rencontrés au sein du Niveau culturel IV (Niveau 2). L'apparition du Néolithique dans le site peut être située aux alentours de 7 à 8000 ans BP : en effet, l'âge le plus ancien pour le Niveau 2 est de 7060 ± 100 ans BP et le plus récent du niveau sous-jacent (non néolithique) est de 8420 ± 90 ans BP.

1.3. Première sépulture : MKC'91 B#1

Parmi les quatre individus mis au jour dans le site de Moh Khiew, seuls deux sont adultes (MKC91 B1 et MKC91 B2). Les deux autres sépultures, ayant livré des spécimens juvéniles, sont seulement présentées en annexes (*cf. Annexes Moh Khiew*). Notre attention s'est focalisée sur les individus adultes puisqu'ils sont à même d'être comparés directement avec l'ensemble des *Homo sapiens* fossiles mis au jour en Asie de l'Est et du Sud-Est, en Australie et dans le Pacifique. Ces comparaisons, qu'elles soient morphologiques ou métriques ne peuvent être effectuées que sur des individus adultes.

1.3.1. Position et caractères généraux de la sépulture

Lors des fouilles, cette sépulture est la première à avoir été mise au jour. Sa position stratigraphique se situe au sein du niveau 4 (Niveau culturel II), cependant la contemporanéité de l'individu fossile et des objets manufacturés mis au jour dans cette couche n'est pas assurée (*cf.* p. 68). Bien que la fouille n'ait pas permis de mettre en évidence une fosse sépulcrale, il est possible que le squelette soit en position intrusive et ainsi plus récent que le niveau 4 (au plus contemporain de la base du niveau 3 supérieur).

L'orientation générale du corps est nord-sud ; la tête est au nord et la face « regarde » vers l'Est (Figure 19 p.72). Le haut du corps semble en connexion anatomique, tout du moins au niveau des épaules, de la cage thoracique et du rachis. Les deux humérus sont visibles, de part et d'autre du corps, l'humérus gauche est très fragmentaire. De même, des fragments du radius et de l'ulna droite indiquent d'après leur position que le bras était replié, positionnant probablement la main droite (dont les os ne sont pas conservés) à proximité du bassin. En revanche, les os de l'avant bras gauche n'ont pas été retrouvés. Le pelvis est très fragmentaire, probablement écrasé et détruit en partie par la dalle calcaire qui le recouvrait. Aucun des os situés sous le bassin n'ont été retrouvés lors de la fouille.

Le caractère primaire ou secondaire de cette sépulture est difficile à déterminer en raison de la mauvaise conservation du squelette. Toute la partie inférieure (sous le pelvis) manque, mais la présence d'une grosse termitière dans cette zone au moment de la fouille permet de douter qu'il s'agisse d'une véritable sépulture secondaire.

Deux hypothèses sont envisageables :

- soit il s'agit d'une sépulture primaire endommagée ultérieurement par les termites ;
- soit il s'agit d'une sépulture secondaire, une sélection des ossements humains ayant été effectuée avant la dernière mise en terre de l'individu.

Certains indices jouent en faveur de l'une ou l'autre des deux hypothèses. La présence de la partie supérieure du corps (incomplète mais retrouvée en connexion anatomique) peut laisser pencher en faveur de la première hypothèse. En effet, une mise en terre (définitive ou provisoire) de la partie supérieure du corps uniquement, encore en connexion anatomique, est une pratique jusqu'à présent inconnue en Asie du Sud-Est. Les sépultures secondaires montrent souvent une absence des membres inférieurs mais nous ne connaissons pas d'exemple où la sélection des ossements n'a pas affecté également la partie supérieure du corps (en général, tout ou partie du rachis et des membres supérieurs manquent également dans de telles sépultures). De même, la présence d'une large dalle sur le pelvis rapproche directement cette sépulture de celles mises au jour en Indonésie, présentant cette même particularité (Jacob, 1967 ; van Heekeren, 1972). Ces dernières sont toujours des sépultures primaires.

A l'inverse, la mandibule brisée en deux parties et l'accumulation de pierres mise en évidence dans la zone correspondant aux membres inférieurs de l'individu peuvent suggérer une sépulture secondaire. Cependant, nous y reviendrons lors de la description des restes humains, aucun élément particulier ne prouve le caractère intentionnel de la fracture de la mandibule au niveau de la symphyse.

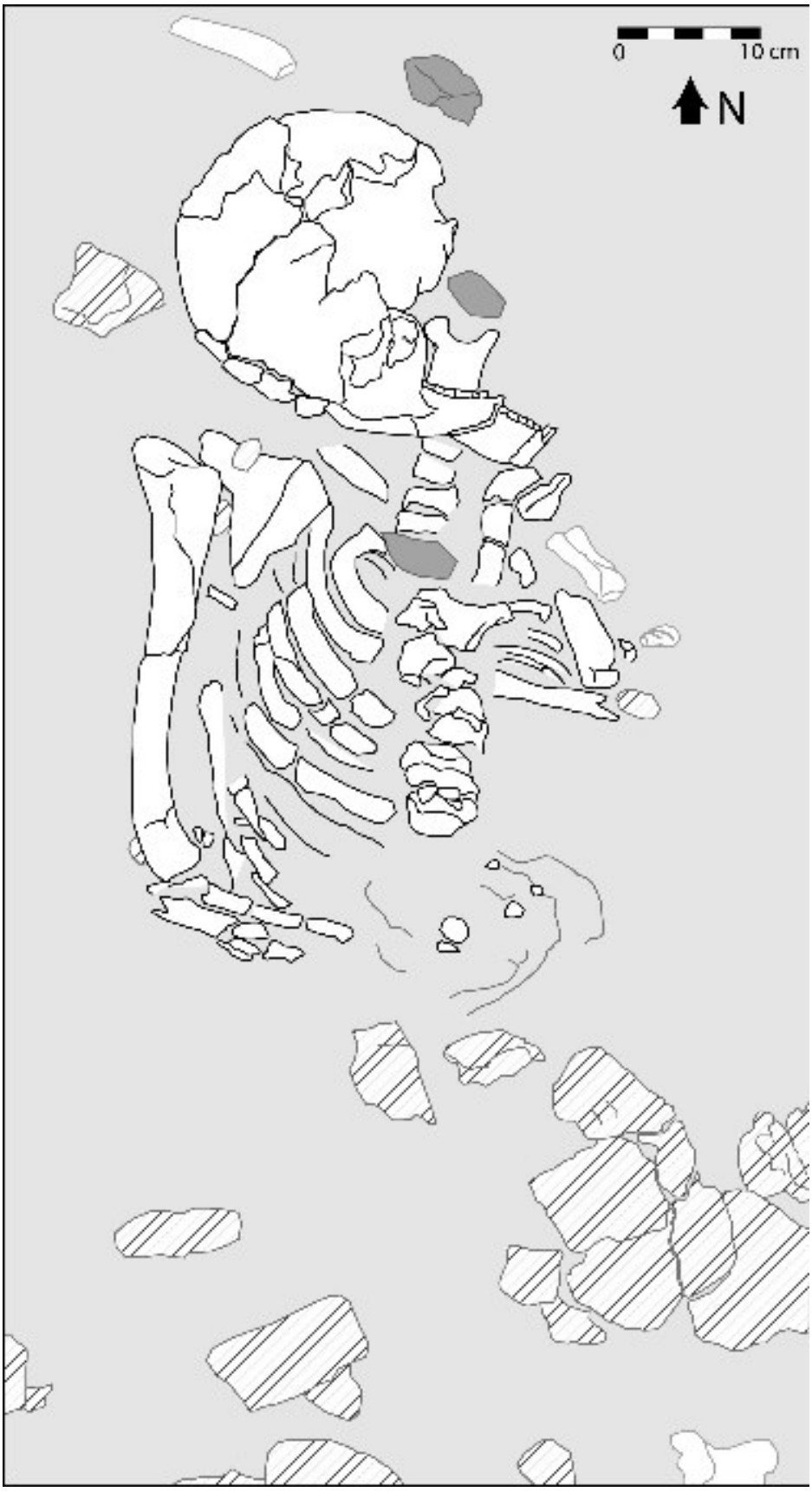


Figure 19. Relevé de la première sépulture mise au jour dans l'abri de Moh Khiew (MKC91 B1), redessiné d'après Pookajorn & Staff (1994)
trait noir : ossements humains, trait gris : faune ; gris foncé : outils lithiques ; hachuré : pierres

Mobilier associé au squelette

Un certain nombre d'objets remarquables ont été mis au jour à proximité du squelette. Tout d'abord, rappelons la présence d'une large dalle calcaire disposée sur le bassin. Comme nous l'avons souligné, certaines sépultures mises au jour sur l'île de Java (notamment à Gua Lawa : van Heekeren, 1972) présentaient également de grosses pierres posées sur le corps et plus particulièrement sur le bassin.

Trois outils lithiques ont été retrouvés autour de la tête : le premier au dessus du front, le deuxième devant le visage et le troisième sur le haut de la poitrine (Figure 19 p.72).

De même, des ossements d'animaux ainsi que des coquilles de mollusques brûlés ont été mis en évidence en plusieurs endroits de la sépulture, autour du squelette et sous celui-ci (Pookajorn & Staff, 1994).

1.3.2. Description des ossements

Inventaire du matériel

Dans cette partie, nous présentons rapidement l'état de conservation quantitatif et qualitatif du matériel osseux, tel qu'il se présentait au début de notre étude. Selon les descriptions de la sépulture disponibles dans les rapports de fouille (Pookajorn & Staff, 1991 ; Pookajorn & Staff, 1994) et après discussion avec Surin Pookajorn, il est vraisemblable qu'une petite partie du matériel original manque (notamment une portion du complexe supra-orbitaire peut-être perdue).

Restes cranio-dentaires

Neurocrâne

L'état général de conservation des os crâniens est mauvais. Le diploë, particulièrement fragile, est pulvérulent.

La voûte crânienne avait déjà été reconstruite mais elle était de nouveau brisée en de nombreux fragments. Cette première reconstruction avait été effectuée en 1991, juste après la

fouille, à l'aide de colle et de renforts en papiers encollés appliqués le plus souvent sur la surface endocrânienne, au niveau des fractures les plus importantes. Cette première reconstruction a certainement souffert de nombreux transports, notamment jusqu'en Allemagne pour l'étude paléopathologique (Pookajorn & Staff, 1994).

Conservation de la calotte crânienne au début de l'étude :

- côté droit : on trouve l'os temporal ainsi que le pariétal quasi-complet, la connexion anatomique n'est plus assurée entre ces deux os ;
- côté gauche : la portion la plus antérieure du pariétal est présente, en plusieurs fragments ;
- partie postérieure : tout l'os occipital est absent ;
- partie antérieure : on trouve la partie haute et sagittale de l'os frontal (l'écaille proprement dite), en revanche, toute la partie basse du frontal (la crête orbito-nasale) manque.

Fragments crâniens isolés

Nous avons retrouvé un certain nombre de fragments de la voûte crânienne qui n'avaient pas été inclus lors de la première reconstruction du crâne. Ce sont, pour la plupart, des fragments de petites dimensions, très endommagés et usés, notamment au niveau des zones de fractures. Ont été distingués lors de cet inventaire un fragment d'occipital (n°13A), des fragments des zones astérioniques (temporaux, pariétaux et occipital) et 3 petits fragments d'origine incertaine portant des portions de sutures crâniennes. Des éléments de la base sont aussi présents : de petits fragments de la moitié gauche de la base ainsi que de la partie basse du temporal gauche (un morceau de la pyramide pétreuse, l'extrémité de l'apophyse mastoïde et la cavité glénoïde raccordant avec le processus zygomatique du temporal).

Face supérieure

Bien que celle-ci n'ait apparemment jamais été restaurée, la face supérieure est assez bien représentée. De nombreuses portions sont conservées, dans un état généralement meilleur que les os de la voûte :

- Moitié droite de la face : maxillaire complet (en vue de face) en connexion avec la moitié la plus sagittale et la plus antérieure de l'os zygomatique ;
- Moitié gauche de la face : maxillaire dont la partie basse de l'apophyse zygomatique, la partie la plus postérieure de l'arcade dentaire et la partie la plus haute (articulation avec le frontal et les os propres du nez) sont brisées (en vue de face), os zygomatique gauche complet et tout ou partie du trigone frontal latéral gauche.

Mandibule

La mandibule est quasi-complète mais brisée en trois parties. La symphyse mandibulaire, où se trouve la plus importante de ces fractures, est en mauvais état de conservation, plusieurs petit fragments osseux manquent.

Dents

Dents inférieures

Toutes les dents inférieures sont présentes à l'exception de la première incisive gauche dont seule la racine subsiste dans son alvéole et des moitiés médiales respectives de la seconde incisive droite et de la quatrième prémolaire droite. Du côté gauche, la seconde incisive, la canine et la prémolaire 3 ont pu être reconstruites et replacées dans leur position anatomique dans l'arcade.

Dents supérieures

Côté gauche : la première incisive et la prémolaire 4 ont pu être remontées dans leur position anatomique, en revanche, les trois molaires supérieures manquent.

Côté droit : toutes les dents supérieures droites sont conservées. Les molaires 2 et 3 ont pu être remontées sur l'arcade après que celle ci a été reconstituée dans sa partie la plus postérieure.

Squelette post-crânien

Les os du squelette post-crânien sont excessivement endommagés (pour espérer pouvoir être restaurés). Aucun élément anatomique n'est assez bien conservé pour pouvoir être décrit, aucune mesure n'a pu être relevée. Les os longs (membres supérieurs) très fragmentaires, n'ont pas pu être mesurés.

Travail de restauration

Un important travail de restauration de ces ossements a pu être entrepris au cours du mois de janvier 2000 au *Princess Maha Chakri Sirindhorn Anthropology Centre*, Bangkok. En raison du nombre de restes et surtout de leur mauvais état, nous avons choisi de porter notre attention sur les os crâniens (*cf.* cliché des fragments avant restauration en *Annexes Moh Khiew*).

Calotte crânienne

Dans un premier temps les fragments osseux les plus fragiles ont été imbibés d'une solution de Rhodopas très diluée, jusqu'à ce qu'ils deviennent suffisamment résistants pour être manipulés.

L'écaille du frontal et les pariétaux ont été remontés et leur face endocrânienne dégagée et nettoyée (Figure 20 et Figure 21 p.77). Le pariétal gauche, très fragmenté, a pu être reconstitué à partir de 19 fragments osseux (Figure 21 p.77et Figure 22 p.78).

Une portion du temporal gauche a pu être reconstruite à partir de 12 petits fragments, reformant la cavité glénoïde, le pourtour du méat auditif et le processus zygomatique. L'ensemble a été raccordé à la face supérieure.

Le temporal droit est pratiquement complet, il est constitué de quatre grands fragments principaux (Figure 21 p. 77 et Figure 23 p. 78).

Le trigone zygomatique gauche du frontal a été recollé sur l'écaille frontale et l'os zygomatique gauche quasi-complet a permis d'effectuer le remontage de la face supérieure sous la calotte crânienne.

Figure 20. Vue endocrânienne de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

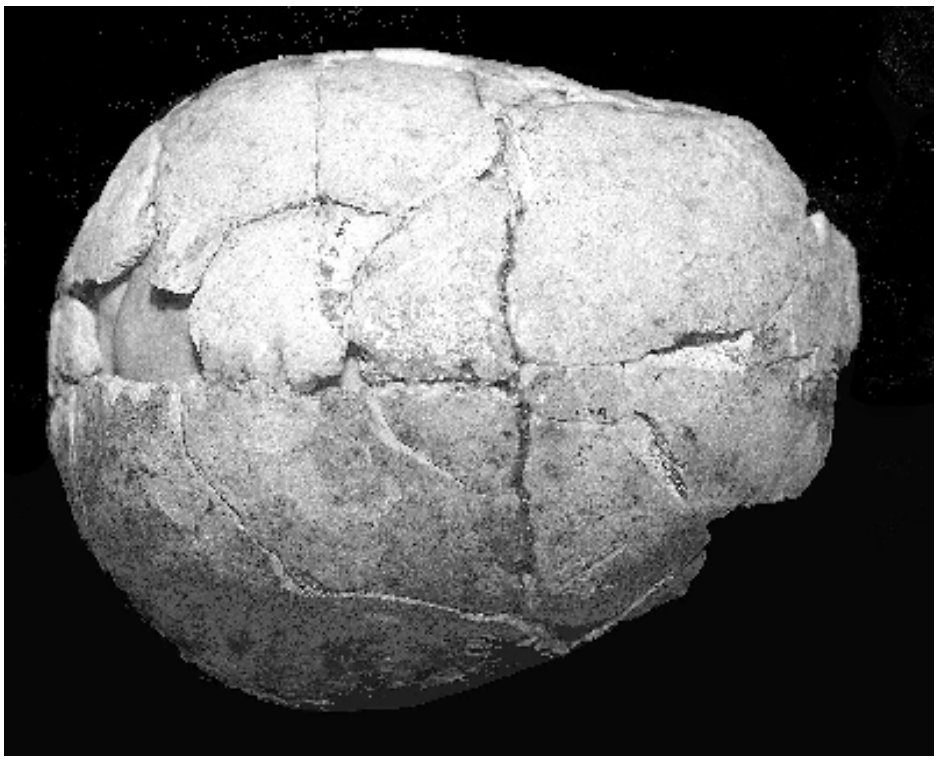


Figure 21. Vue supérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

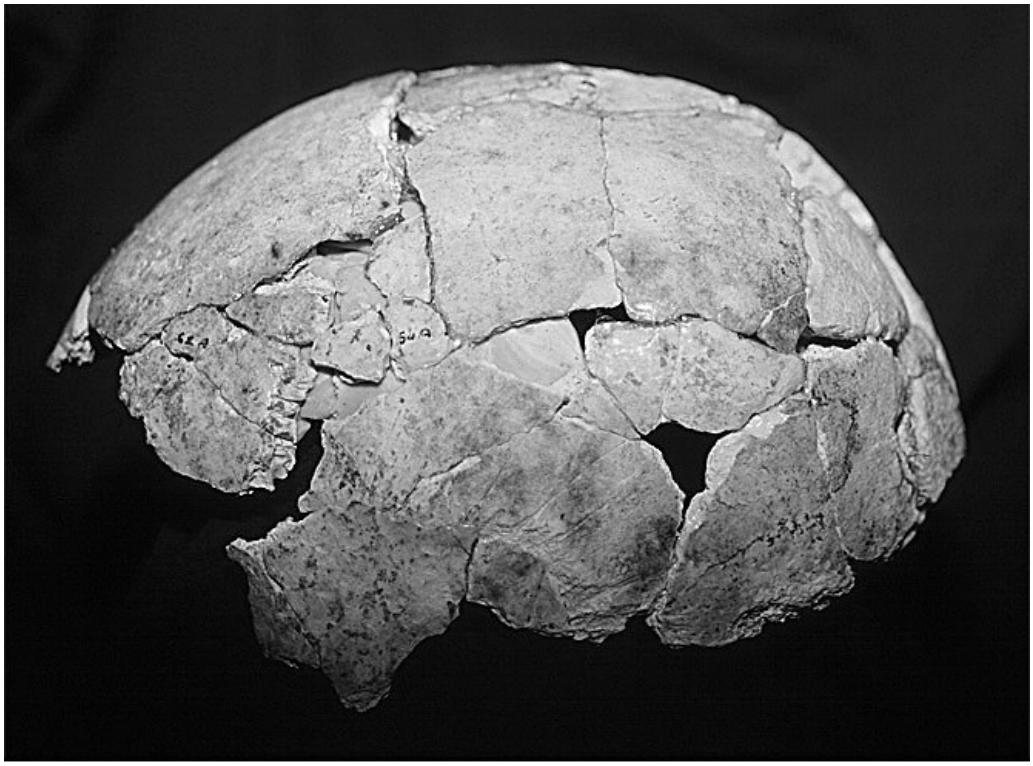


Figure 22. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

Figure 23. Vue latérale droite de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

Figure 24. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

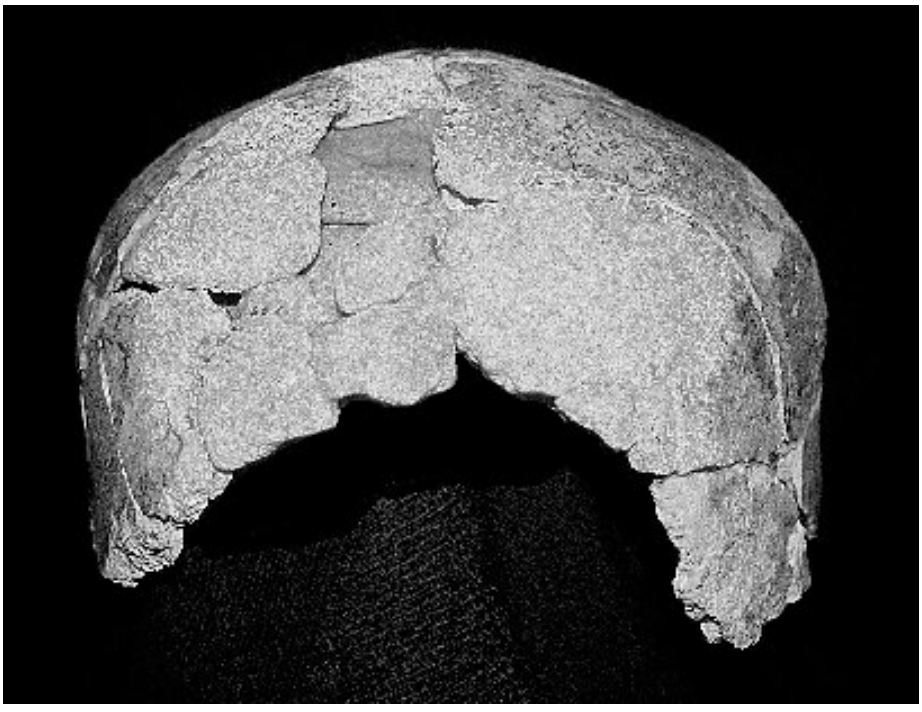


Figure 25. Vue occipitale de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

Face supérieure

Les dents ont été recollées dans les alvéoles et certaines (I^1 et P^4 gauches) ont dû être remontées dans leur position anatomique exacte. Après recollage de quelques fragments sur le maxillaire gauche, les maxillaires gauche et droit ont put être ajustés l'un à l'autre (Figure 26).

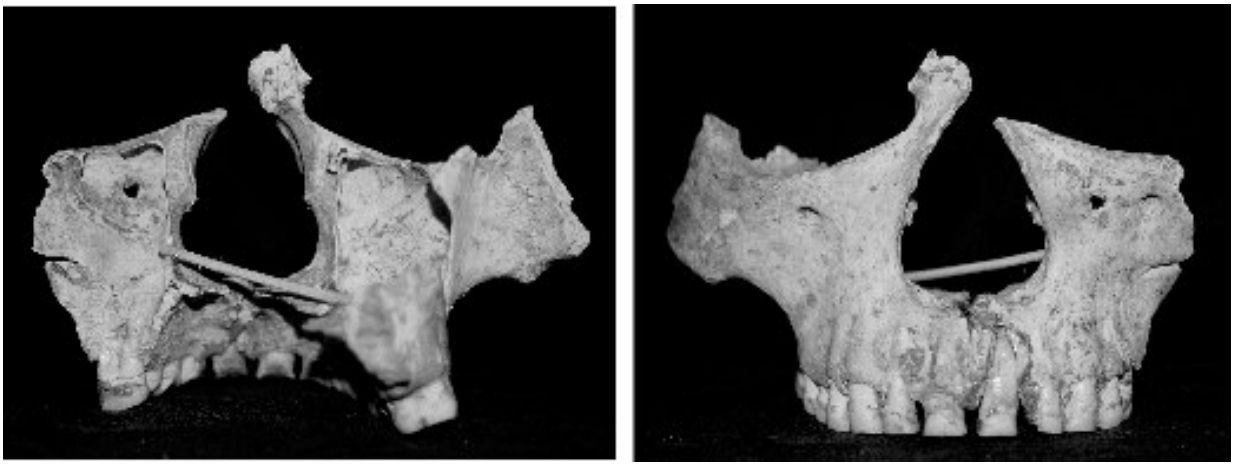


Figure 26. Vues postérieure et antérieure de la face supérieure de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction

Mandibule

Les dents ont été remontées sur la mandibule dont les principaux fragments ont été recollés et la symphyse mentonnière ajustée et renforcée. Nous nous sommes efforcé de respecter au mieux l'angle original des deux demi-corps mandibulaires ainsi que l'horizontalité du plan occlusal. Cependant, pour la suite de l'étude morphologique et morphométrique de cet individu, il faut garder à l'esprit que la symphyse était très endommagée ; certaines mesures (angles notamment) doivent donc être considérées comme des estimations plutôt que des valeurs exactes.

Description morphologique et métrique du crâne et de la face

Neurocrâne

Vue latérale (Figure 27 et Figure 28 p.82)

Dans l'ensemble, la voûte crânienne apparaît plutôt basse et allongée.

Le frontal est fuyant, peu convexe : les bosses frontales ne sont pas développées. Le trigone supra-orbitaire gauche, seul élément conservé de la crête orbito-nasale du frontal, est largement développé. La zone de suture fronto-zygomatique est rugueuse, puis le trigone se développe en avant et en arrière pour former une surface large mais lisse (le trigone est développé mais n'atteint pas la robustesse rencontrée chez certains *Homo sapiens* australiens : Lahr, 1996 ; Détroit, 1998). Les lignes temporales sont nettement marquées tout au long de l'os frontal puis elles s'atténuent vers l'arrière jusqu'à devenir invisibles dans la moitié postérieure des pariétaux.

Les pariétaux sont nettement convexes d'avant en arrière et de haut en bas, les bosses pariétales étant développées. Cette convexité des pariétaux est bien visible du côté droit où l'os est mieux conservé.

La portion d'écaille temporale fixée à l'os pariétal gauche montre un bord relativement peu élevé et moyennement arrondi (Figure 28 p.82, et voir aussi la Figure 22 p.78). Le processus zygomatique de l'os temporal gauche est épais.

L'apophyse mastoïdienne, conservée en partie du côté droit, est assez fine mais nettement individualisée. Elle ne porte pas de reliefs importants.

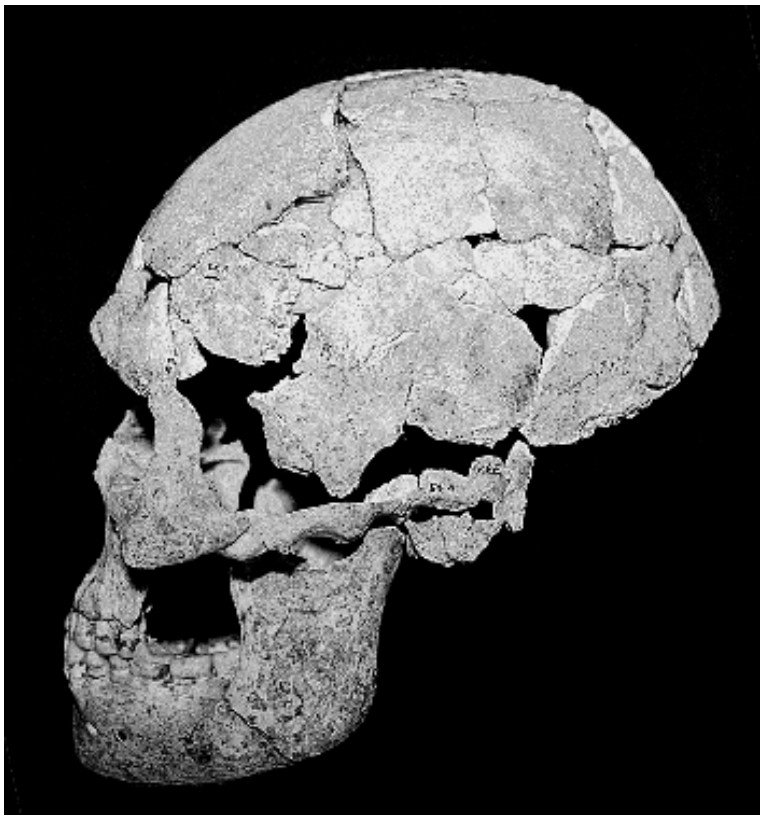


Figure 27. Vue latérale gauche du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableaux 7, 8 & 9)

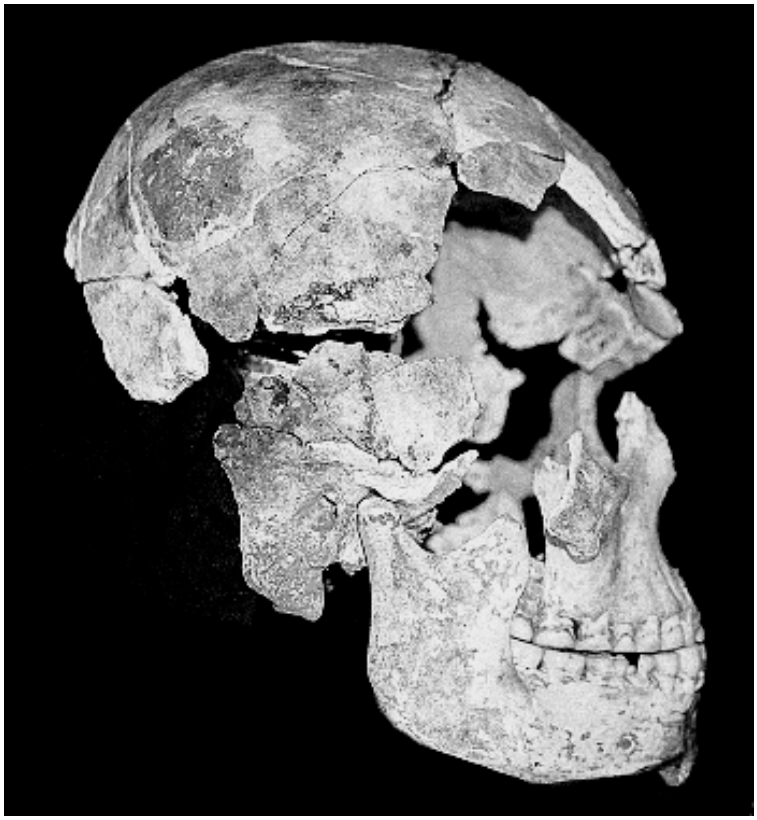


Figure 28. Vue latérale gauche du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableaux 7, 8 & 9)

Vue supérieure (Figure 29)

En vue supérieure, les bosses pariétales apparaissent nettement individualisées. En allant vers l'avant du crâne, celui-ci devient rapidement étroit, jusqu'au niveau de la constriction post-orbitaire prononcée. Le trigone supra-orbitaire gauche est largement développé. La partie reconstruite de l'arcade zygomatique gauche semble présenter une phénozygie marquée. Sur cette vue, les sutures sagittale et coronale sont nettement visibles. Elles n'étaient pas synostosées et ont vraisemblablement constitué des zones de fracture privilégiées.

Figure 29. Vue supérieure du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableaux 7, 8 & 9)

Vue antérieure (Figure 30 p.84)

La partie antérieure de l'os frontal est très incomplète, particulièrement du côté droit. Du côté gauche, le trigone est la seule portion conservée de la crête orbito-nasale. Ce trigone est lui même incomplet dans sa partie basse, le bord orbitaire étant préservé sur un centimètre à peine à partir de la suture fronto–zygomatique.

Aucune portion de la glabelle, des arcades sourcilières ni des os propres du nez n'a été retrouvée parmi les fragments osseux étudiés. Nous ne pouvons donc pas décrire le

développement ni le degré de robustesse de la partie centrale du complexe supra-orbitaire. Vu de face, le développement latéral du trigone gauche est net, en avant d'une constriction post-orbitaire marquée. Les lignes temporales apparaissent assez hautes et rapprochées du plan sagittal, de part et d'autre de la partie centrale de l'écaille qui est peu convexe transversalement. Aucun signe de développement d'une carène sagittale (frontale ou pariétale) n'est visible.

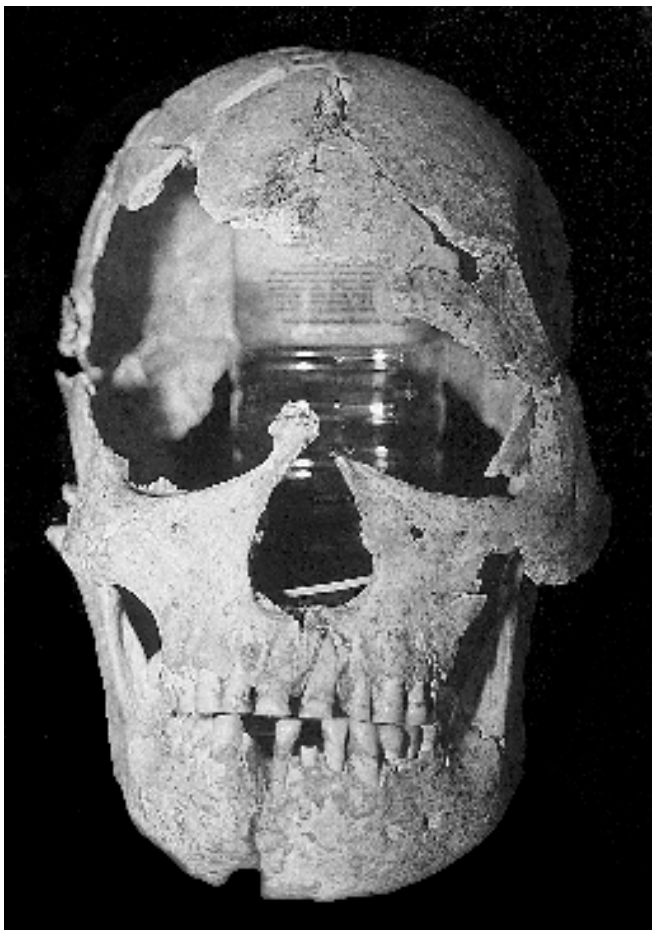


Figure 30. Vue antérieure du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableaux 7, 8 & 9)

Vue occipitale

Tout ou partie de l'os occipital manque (*cf.* Figure 25 : p. 79). Les bosses pariétales sont très marquées, faisant la transition entre les parois latérales des pariétaux, légèrement divergentes vers le haut, et les parois supérieures, légèrement obliques vers l'extérieur. Les bords supérieurs respectifs des deux pariétaux se rejoignent à la suture en formant un angle assez faible mais visible.

Dimensions de la calotte crânienne

Les dimensions de la calotte crânienne sont indiquées dans le Tableau 7. La voûte étant reconstruite à partir de nombreux fragments, la plupart des mesures comportent une part d'approximation. D'autre part, la longueur crânienne totale (longueur glabelle – opisthocranion) et la largeur bi-astérionique sont estimées puisque certaines portions anatomiques manquent. La largeur frontale minimale a été calculée d'après la mesure relevée du côté gauche (distance du point de largeur frontale minimale jusqu'au plan sagittal * 2).

Tableau 7. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) ; L. = longueur ; l. = largeur ; les (Mx) renvoient aux numérotations de Martin & Saller, 1957 ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Calotte crânienne	G	D
L. glabelle-opisthocranion (M1)	(195)	
l. bi - pariétale (M8)	138	
l. frontale minimale (M9)	(93)	
l. bi - astérionique (M12)	(102)	
Corde nasion-bregma (M29)	(95)	
Corde bregma-lambda (M30)	122	
Corde astérion-lambda	(75)	78
Corde bregma-stephanion	55	57

Description morphologique de l'ensemble de la face

Sur toutes les vues de la reconstitution complète du crâne et de la face, celle-ci apparaît robuste et d'assez grandes dimensions par rapport au neurocrâne (Figure 27 et Figure 28 p.82 ; Figure 30 p.84). En vue latérale (Figure 27 et Figure 28 p.82), l'association de la face supérieure et de la mandibule en occlusion présente un prognathisme marqué, notamment dans la région alvéolaire.

La face supérieure

Le bord inférieur des orbites est nettement oblique vers l'extérieur, il est mousse et le coin inféro-latéral des orbites est arrondi.

Vu de face, l'os zygomatique n'est pas très haut. Il est cependant marqué de petits reliefs discrets sur sa surface antérieure et son bord inférieur porte un tubercule nettement développé à la base de la suture zygomatico-maxillaire. On note également une tendance à l'éversion des malaires : vus de face, les bords latéraux des zygomatiques sont obliques vers le haut (*cf.* Figure 30 p.84). Le processus frontal du zygomatique gauche est large.

Les maxillaires montrent un bord alvéolaire au prognathisme antérieur marqué mais assez réduit en hauteur : du côté droit, la racine de l'apophyse zygomatique se développe dès l'alvéole de la M^1. La marge nasale inférieure est peu marquée, l'ouverture est seulement délimitée vers l'avant par une ride légère disparaissant sagittalement.

Les dimensions relevées sur la face supérieure (Tableau 8) sont en partie analysées dans le chapitre suivant. Comparées aux mesures des autres *Homo sapiens* fossiles d'Asie orientale, d'Australie et du Pacifique, elles indiquent notamment une hauteur absolue plutôt faible de la face supérieure, confirmant le développement réduit en hauteur des maxillaires.

Tableau 8. Dimensions en mm de la face supérieure de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) ; H. = hauteur ; l. = largeur ; les (Mx) renvoient aux numérotations de Martin & Saller, 1957 ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Demi - face supérieure droite	
H. nasion-prosthion (M48)	(60)
H. nasion-nasospinale (M55)	(46)
H. nasospinale-prosthion	14,5
l. nasale (M54)	28
l. orbite (M51)	(43,5)
l. orbitale - plan sagittal	37,5
Hauteur pommette	(24,5)

Mandibule

La mandibule présente une morphologie d'ensemble tout à fait particulière, inédite jusqu'alors au sein des *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est et d'Australie. D'emblée, la robustesse de cette mandibule est évidente, mais celle-ci ne s'exprime pas de façon uniforme sur toutes les parties.

Vue latérale (Figure 31 p.88)

Les branches montantes sont larges et relativement hautes comparées à celles des autres fossiles connus en Asie du Sud-Est. Les apophyses coronoïdes sont légèrement plus hautes que les condyles articulaires lorsque la mandibule est posée sur sa base. L'échancrure sigmoïde est très arrondie mais assez peu profonde, en arc de cercle.

Les gonions sont très ouverts et arrondis, on passe du bord inférieur du corps au bord postérieur de la branche montante par un angle ouvert, sans éversion ni protubérance marquée. Une telle mandibule est dite « à bascule », ou encore « *rocker jaw* » (Kirch *et al.*, 1989). Les reliefs sont peu nombreux et assez faiblement développés aux gonions (une crête unique est marquée de chaque côté externe et on remarque deux petites crêtes du côté interne).

En vue latérale, le corps mandibulaire devient légèrement plus haut d'arrière en avant, jusqu'au niveau des canines : H = 29,5 mm en arrière des M_3 et H = 32/33 mm au niveau P_3/P_4 puis H = 31 mm à la symphyse (*cf.* Tableau 9 : p. 91). A la symphyse, le trigone mentonnier est bien marqué et le menton est assez projeté, bien qu'il semble atténué du fait des fragments manquants.

Les lignes obliques externes sont bien développées. Mousses, elles forment de chaque côté un espace le long des trois molaires, qui se réduit brusquement au niveau de la première molaire. En avant et en dessous de cette ligne, les zones d'insertion des muscles triangulaires des lèvres et carré du menton sont lisses et peu marquées. De même, le bord inférieur du corps (zone d'insertion du muscle peaucier du cou) est lisse en vue latérale ; aucune protubérance n'est visible à la verticale de la M_2, à l'inverse de ce qui est généralement constaté sur les mandibules les plus robustes d'Asie du Sud-Est (*cf.* description de la mandibule de Song Terus p.224 ou de Braholo 5 p.170 par exemple).

Le foramen mentonnier est situé 15 mm environ sous le plan alvéolaire, à la verticale de la P_4.

Figure 31. Vues latérales gauche et droite de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 9)

Vue supérieure (Figure 32 p.89)

En vue supérieure cette mandibule est plutôt ouverte. L'arcade dentaire est large, courte et arrondie.

Des reliefs réduits se trouvent à l'arrière des dents antérieures, depuis l'avant d'une P_4 à l'autre. Ce « planum alvéolaire » n'est pas fortement développé mais il est discernable. De même, l'épine mentonnière est visible mais discrète.

On distingue nettement le long des molaires l'espace formé par les lignes obliques externes. De même, on note un léger espace rétro-molaire.

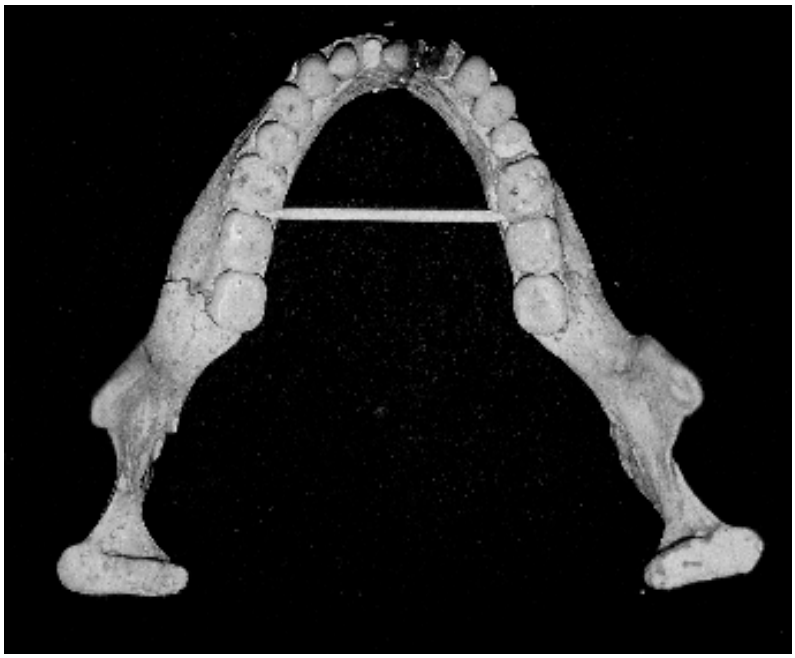


Figure 32. Vue supérieure de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 9)

Vue de face

Vues de face, les branches montantes sont assez nettement obliques. Elles forment un angle d'environ 120° avec le plan occlusal.

Le bord antérieur des branches montantes n'est pas aigu, il est mousse. La partie la plus haute du bord antérieur des apophyses coronoïdes est même assez épaisse (env. 5,5 mm).

Vue inférieure (Figure 33 p.90)

Le bord inférieur du corps mandibulaire est très mousse et épais jusqu'au niveau de la troisième molaire en allant vers l'arrière de la mandibule. Vers l'avant et de chaque côté, la base du corps s'affine et devient aiguë au niveau de la canine et de la seconde incisive. Puis elle redevient mousse et épaisse en allant vers le gnathion. De chaque côté de cette zone arrondie, nettement convexe vers l'avant, se trouvent les fossettes digastriques donnant insertion aux muscles digastriques. La fossette gauche est bien conservée, elle est assez longue mais peu creusée.

Figure 33. Vue inférieure de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 9)

Dimensions de la mandibule

Les dimensions de la mandibule sont rassemblées dans le Tableau 9 (p.91). Les mesures générales telles que les largeurs ou la longueur totale sont à considérer avec prudence en raison de l'important travail de reconstruction effectué, notamment au niveau de la symphyse.

Tableau 9. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) ; l. = largeur ; L. = longueur ; H. = hauteur ; les (Mx) renvoient aux numérotations de Martin & Saller, 1957 ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées ou très reconstruites

Mandibule	G	D
l. bi - condylienne (M65)	(134)	
l. bi - goniaque (M66)	(110)	
l. bi - coronoïde	(111)	
L. totale (M68-1)	(109,5)	
H. branche montante (M70)	(59)	-
l. branche montante (M71a)	37,2	37,7
Angle corps - branches	115°	
Hauteurs du corps		
Symphyse (M69)	31	
P_3/P_4	32	33
P_4/M_1	31	31
M_1/M_2 (M69-2)	29	30
M_2/M_3	29	29,5
M_3 post	29,5	29,5
Epaisseurs du corps		
Symphyse	14	
P_3/P_4	12,3	12,3
P_4/M_1	12,8	12,9
M_1/M_2	14	14
M_2/M_3	18	16
M_3 post	19,2	17,7

Morphologie et dimensions des dents supérieures

Le stade d'usure très avancé des dents supérieures ne permet pas l'observation de toutes leurs caractéristiques anatomiques (Figure 34 p.92). Il est par exemple impossible de reconnaître la morphologie en pelle ou non des incisives : l'usure oblique, très prononcée vers l'intérieur de celles-ci, n'a préservé qu'une petite partie de la couronne dentaire. La chambre pulpaire de la I^1 droite est d'ailleurs visible.

Le stade d'usure des dents supérieures est particulièrement avancé, notamment pour les dents antérieures (d'une canine à l'autre). Seules les dimensions des prémolaires et des molaires peuvent être utilisées pour des analyses morphométriques (Tableau 10 p.92).

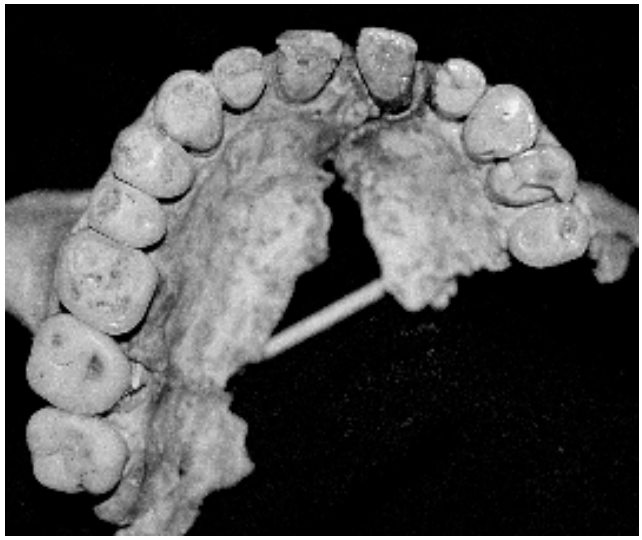


Figure 34. Vue occlusale des dents supérieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 10)

Les dents supérieures sont nettement mieux conservées du côté droit. Du côté gauche, les deux incisives, la canine et la P^3 sont usées et brisées, de petits fragments des couronnes manquent.

Tableau 10. Dimensions en mm des dents supérieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives de fait de l'usure avancée et/ou de l'incomplétude des couronnes dentaires

MKC91 B1	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I^1	(7)	(7)	(7,9)	(6,9)
I^2	(6,4)	(6,6)	(6,8)	(6,9)
C	(8,7)	(9,5)	(8,4)	(9,7)
P^3	(7)	(10,3)	7,5	10,5
P^4	7	10,1	6,6	10
M^1	-	-	10,4	12,2
M^2	-	-	10,6	12,5
M^3	-	-	10,4	12

Morphologie et dimensions des dents inférieures

A l'exception de l'incisive centrale brisée à la racine, les dents inférieures gauches sont en bon état de conservation (Figure 35 p.93). Du côté droit, la seconde incisive manque et la couronne de la P_4 est en partie brisée.

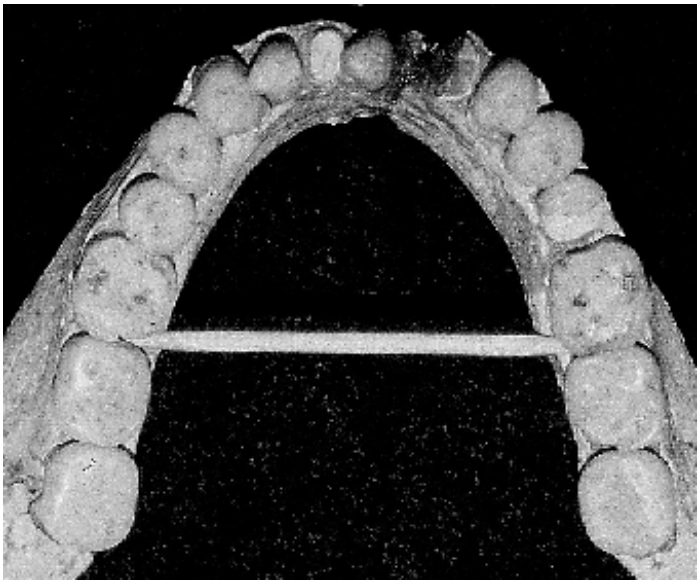


Figure 35. Vue occlusale des dents inférieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 11)

Le stade d'usure assez important ne permet pas d'observer la morphologie des cuspides totalement abrasées. Cependant les couronnes sont assez bien préservées pour que leurs dimensions puissent être utilisées dans des analyses morphométriques (Tableau 11).

Tableau 11. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1)

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	-	-	5,4	6
I_2	6,2	6,6	-	-
C	7,1	9	7,2	8,7
P_3	7,5	9,1	7,3	9,2
P_4	7,7	8,9	-	-
M_1	11,5	11,4	11,8	11,7
M_2	11,4	10,8	11,7	10,9
M_3	12	10,6	11,7	10,7

Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1

Le stade d'usure des dents inférieures (stade G à H) et supérieures (stade G) de cet individu nous permet de proposer un âge au décès compris entre 35 et 45 ans.

Concernant les caractères sexuels secondaires observables sur le crâne et la mandibule, nous pouvons noter les points diagnostiques suivants :

- les bosses pariétales sont très marquées,
- les trigones supra-orbitaires sont larges mais peu robustes,
- les zygomatiques sont bas et peu robustes,
- les apophyses mastoïdiennes sont fines et bien individualisées,
- les gonions, peu robustes, ne sont pas éversés,
- le trigone mentonnier est bien marqué mais non robuste.

La combinaison de ces observations permet de proposer l'attribution de cet individu au sexe féminin.

1.4. Deuxième sépulture : MKC'91 B#2

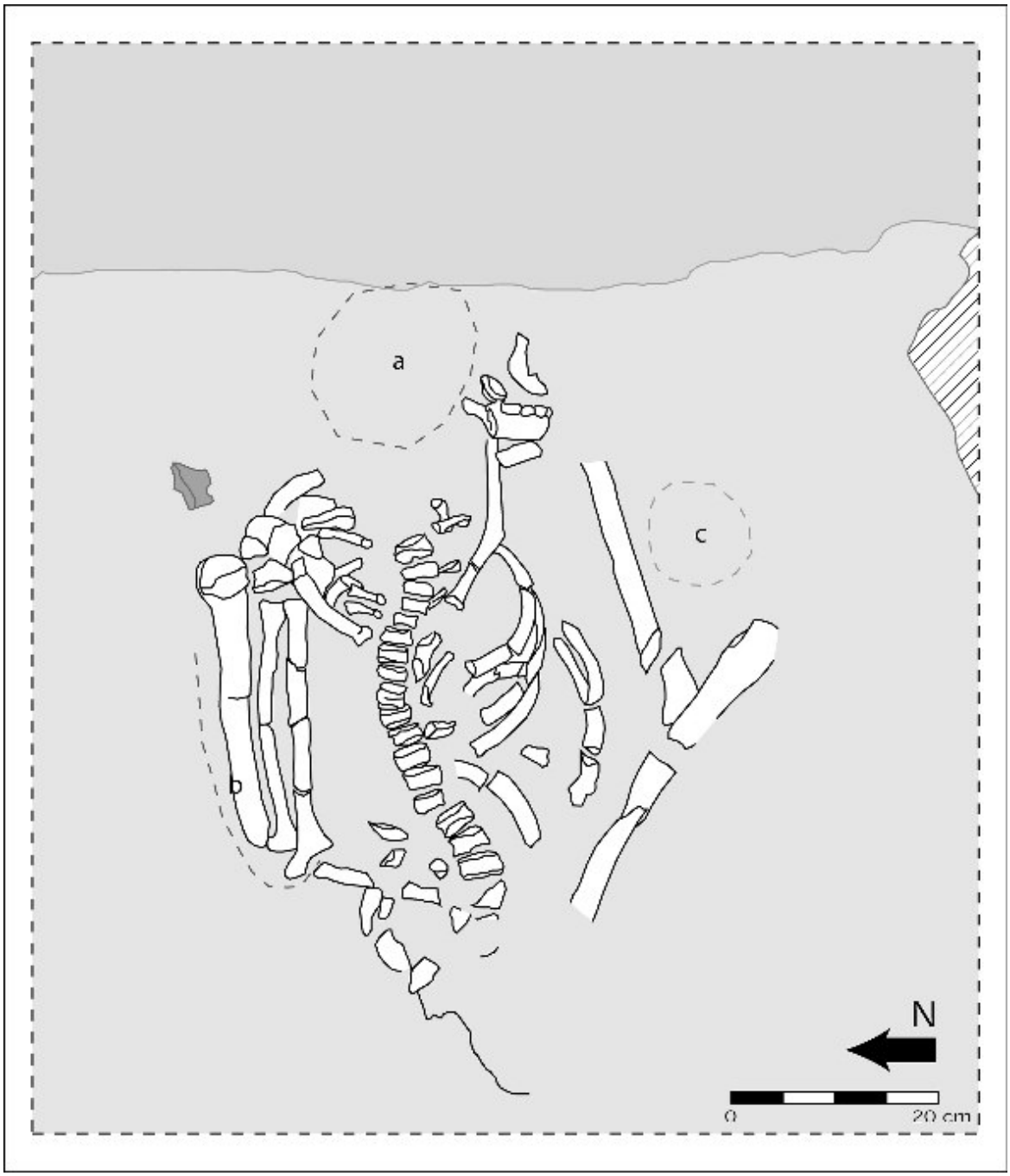


Figure 36. Relevé de la deuxième sépulture mise au jour dans l'abri de Moh Khiew (MKC91 B2), redessiné d'après Pookajorn & Staff (1994) ;
a = pierre disposée sur le crâne, b = pierre disposée sur le bras droit fléchi, c = concentration d'ossements de faune

1.4.1. Position et caractères généraux de la sépulture

Le squelette est très fragmentaire et les os sont en mauvais état de conservation général. La sépulture *in situ* (Figure 36) présente le haut du corps en connexion anatomique partielle, mais le bas du corps est absent, à l'exception de quelques fragments du pelvis et des os de la jambe droite (fémur et/ou tibia).

L'orientation générale du corps est est-ouest avec la tête vers l'est. Le haut du corps repose sur le côté gauche et la position de la mandibule et des fragments crâniens indique que le « regard » devait être dirigé vers le sud. Une pierre était disposée sur le crâne de l'individu.

Le bras droit, comprimé par une large pierre, est replié le long du corps, amenant la main sur l'épaule droite. La position de l'ensemble des os et fragments d'os longs semble indiquer une sépulture en position fléchie sur le côté gauche.

Mobilier associé au squelette

Peu d'éléments ont été mis au jour dans cette sépulture. Quelques rares outils ainsi qu'une accumulation d'ossements non-humains ont été découverts à proximité du corps. En revanche, les deux pierres de la structure sépulcrale, la première sur la tête du mort et la seconde pour maintenir son bras droit replié, sont hautement significatives. La première sépulture, quoique bien plus ancienne, comportait également une dalle calcaire sur le bassin.

1.4.2. Restes cranio-dentaires : restauration et description

Bien que cette sépulture soit sans doute nettement plus récente que la première (MKC'91 B#1), l'état général de conservation des os est médiocre et la représentation du squelette moins bonne. L'altération de surface des fragments osseux est importante et le diploë est pulvérulent. Les ossements du squelette post-crânien, trop endommagés, ne sont pas décrits ici. En revanche, un certain nombre d'éléments du neurocrâne et surtout de la face (face supérieure, mandibule et dents) ont été identifiés (Figure 37).

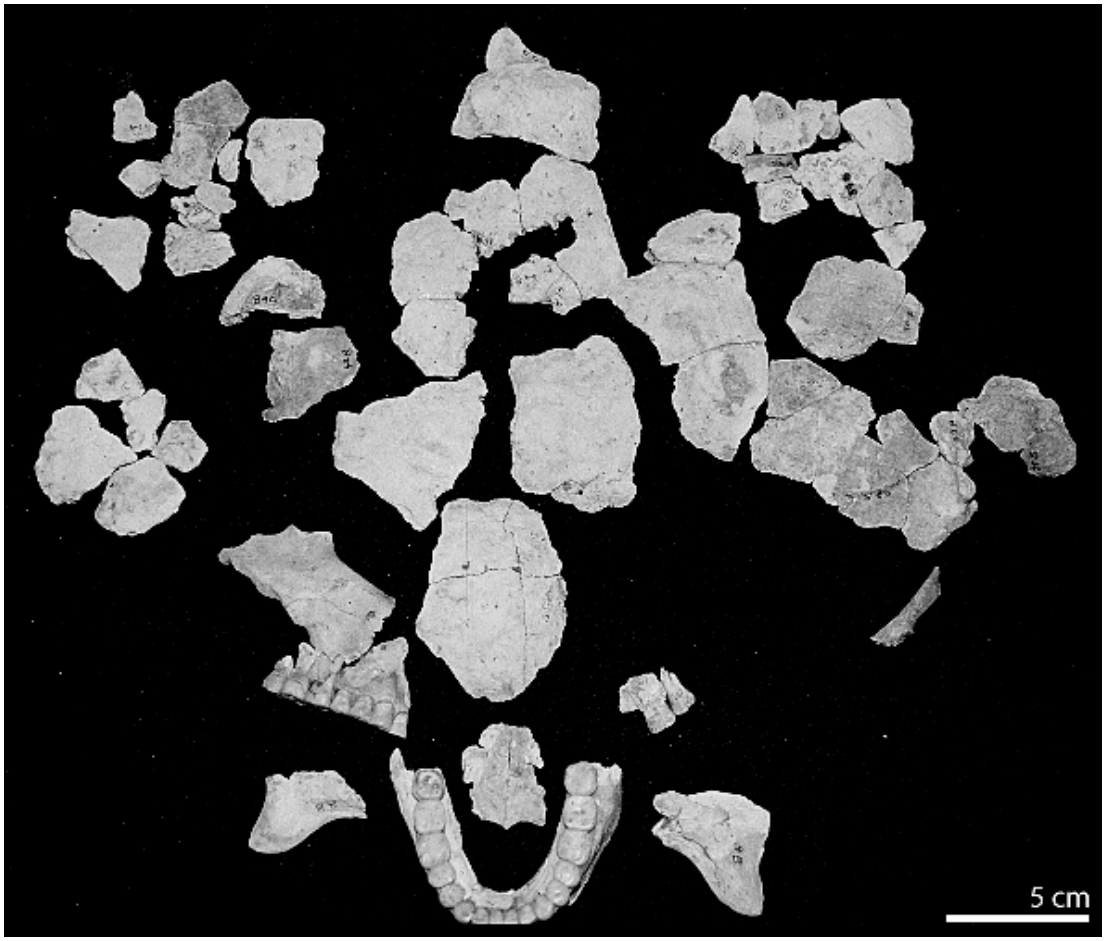


Figure 37. Inventaire du matériel osseux de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) : fragments de la calotte crânienne (vers le haut), de la face supérieure (centre bas) et de la mandibule (vers le bas)

Neurocrâne

La calotte crânienne est très fragmentaire. Elle est représentée par 55 fragments osseux émoussés et en très mauvais état (Figure 37). Pour la plupart d'entre eux, la table interne a disparu et seules restent une partie du diploë et la table externe, très altérées. Dans ces conditions, de nombreux fragments ne peuvent pas être identifiés anatomiquement ; d'après la robustesse des fragments et les portions de sutures conservées, il semble que tous les os crâniens soient représentés.

Après une induration poussée, quelques collages ont pu être effectués entre ces fragments, mais cette tâche a été rendue difficile par l'émoussé intense des fractures. La partie sagittale de l'écaille frontale et quelques portions des pariétaux, en particulier le bas du pariétal gauche avec des fragments du temporal, ont été reconstruites.

Le mauvais état de conservation des os et l'impossibilité de reconstruire de large portions de la calotte crânienne ne permettent pas d'apprécier la morphologie et la forme du crâne de cet individu. Les os crâniens sont cependant assez fins et la robustesse de l'ensemble des superstructures en partie conservées paraît faible.

Face supérieure

La face est représentée seulement par quelques fragments osseux, moins endommagés cependant que ceux de la calotte (Figure 37 p.97). Une portion centrale du palais osseux est conservée sur 1 à 2 cm de chaque côté de la suture inter-maxillaire. Du côté gauche de la face, ne reste qu'une petite partie de l'os alvéolaire du maxillaire correspondant aux molaires supérieures 2 et 3, encore positionnées dans leurs alvéoles. Le côté droit de la face est mieux représenté. Le maxillaire est conservé depuis la suture zygomatico-maxillaire, complète et intacte jusqu'au bord alvéolaire, de la I^2 au bord postérieur de la M^2. La marge orbitaire inférieure est conservée sur environ 3 centimètres, la fracture intervient 3 millimètres après l'intersection de la marge orbitaire et la suture zygomatico-maxillaire. En dessous, le foramen infra-orbitaire est visible, contre la fracture du maxillaire. L'os zygomatique est également préservé. Le processus temporal est intact ; en revanche, le processus frontal est brisé quelques millimètres sous la suture zygomatico-frontale.

Plusieurs fragments du maxillaire et de l'os zygomatique droit ont pu être reconstruits et remontés en connexion. La demi-arcade dentaire droite présente toutes les dents de la I^2 à la M^3.

En vue latérale (Figure 38 p.99), le prognathisme alvéolaire est prononcé. L'os zygomatique présente une morphologie particulière : la base du processus maxillaire est marquée par plusieurs reliefs formant des ondulations, de la racine du zygomatique jusqu'à la suture du processus temporal. Vu de face (Figure 39 p.99), l'os zygomatique moyennement haut est éversé : la marge latérale est oblique vers l'extérieur, de haut en bas.

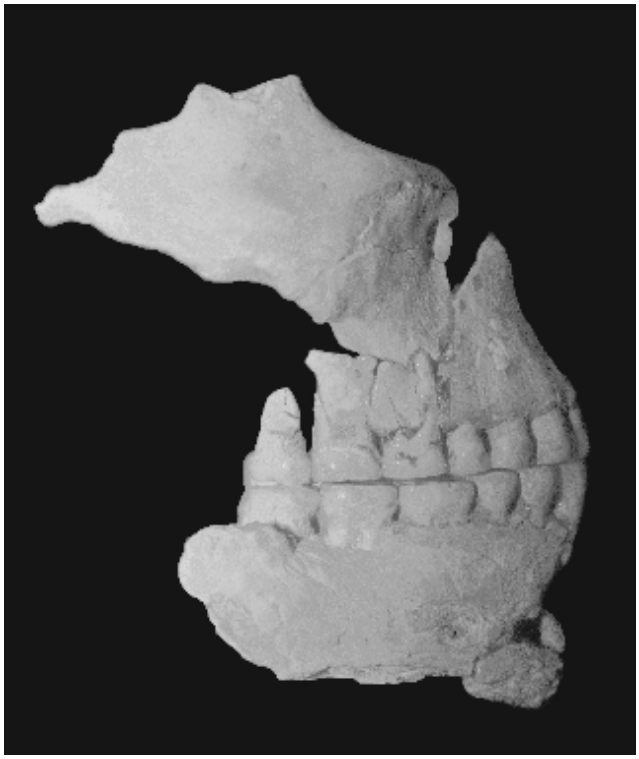


Figure 38. Vue latérale droite de la face partiellement reconstruite de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) (sans échelle, dimensions : tableaux 12, 13 & 14)

Figure 39. Vue antérieure de la face partiellement reconstruite de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) (sans échelle, dimensions : tableaux 12, 13 & 14)

Mandibule

La mandibule, incomplète, est fracturée en plusieurs parties (Figure 37 p.97). Elle est représentée par quatre fragments principaux et deux plus petits situés à droite de la symphyse mentonnière.

On trouve une partie du corps mandibulaire droit correspondant aux C, P_3, P_4, M_1, M_2 et M_3, toutes présentes. La partie inférieure du corps est brisée. La portion gauche du corps mandibulaire correspond à un peu plus de la moitié de la mandibule puisqu'elle comprend une partie de la symphyse. En tout, ce fragment mandibulaire comprend deux incisives inférieures droites et la totalité des dents inférieures gauches. De ce côté, le bord inférieur du corps est conservé. Les branches montantes droite et gauche sont représentées toutes deux par un fragment d'apophyse coronoïde. Il est toutefois impossible d'effectuer, du côté gauche et du côté droit, la connexion anatomique de part et d'autre de la fracture, entre le corps mandibulaire et ces portions de branches montantes.

Le corps mandibulaire a pu être restauré (Figure 40). L'arcade dentaire a été reconstruite par recollage des deux fragments principaux et du petit morceau antérieur de symphyse mentonnière. Dans un second temps, le fragment interne de symphyse a pu être rajouté.

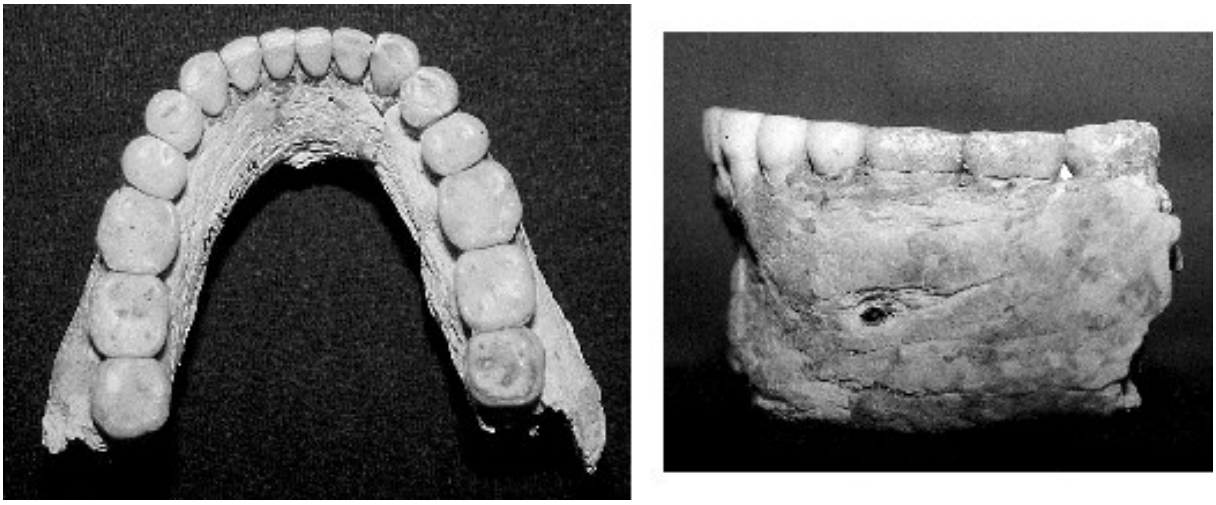


Figure 40. Vues supérieure et latérale gauche de la mandibule partiellement reconstruite de l'individu 2 de Moh Khiew (MKC91 B2) (sans échelle, dimensions : tableaux 12 & 14)

Le corps mandibulaire est dans l'ensemble assez robuste, ses dimensions sont grandes (Tableau 12 p.101). Les caractères morphologiques sont développés mais généralement mousses. Par exemple, les lignes obliques externes, peu marquées en vue latérale, délimitent

en vue supérieure un espace assez important au niveau des M_2 et M_3. Un léger planum alvéolaire peut également être distingué en arrière des dents antérieures.

En vue latérale, le prognathisme alvéolaire est prononcé, bien séparé du trigone mentonnier nettement individualisé à la base du corps.

Tableau 12. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) ; l. = largeur ; L. = longueur ; H. = hauteur ; les (Mx) renvoient aux numérotations de Martin & Saller, 1957 ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées ou très reconstruites

Mandibule	G	D
Hauteurs du corps		
Symphyse (M69)	(32)	
P_3/P_4	30,2	-
P_4/M_1	30,1	-
M_1/M_2 (M69-2)	28,6	-
M_2/M_3	28,1	-
Epaisseurs du corps		
Symphyse	(12,5)	
P_3/P_4	14	(13)
P_4/M_1	13,9	14
M_1/M_2	16	(15,2)
M_2/M_3	17,1	17,2

Dents supérieures

Du côté droit, sont conservées les dents : I^2, C, P^3, P^4, M^1, M^2 et M^3. La racine de la I^2 est brisée. A gauche, seules la M^2 et la M^3 sont présentes.

Le stade d'usure général est avancé et la I^2 droite présente la même usure oblique vers l'intérieur très prononcée que chez l'individu 1 (Figure 41 p.102).

Tableau 13. Dimensions en mm des dents supérieures de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2)

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	-	-	-	-
I_2	-	-	5,4	5,9
C	-	-	7,8	8,2
P_3	-	-	7,3	10,3
P_4	-	-	6,9	10,5
M_1	-	-	10	12,2
M_2	10,3	12,3	10	12,3
M_3	9	10,8	9,2	10,8

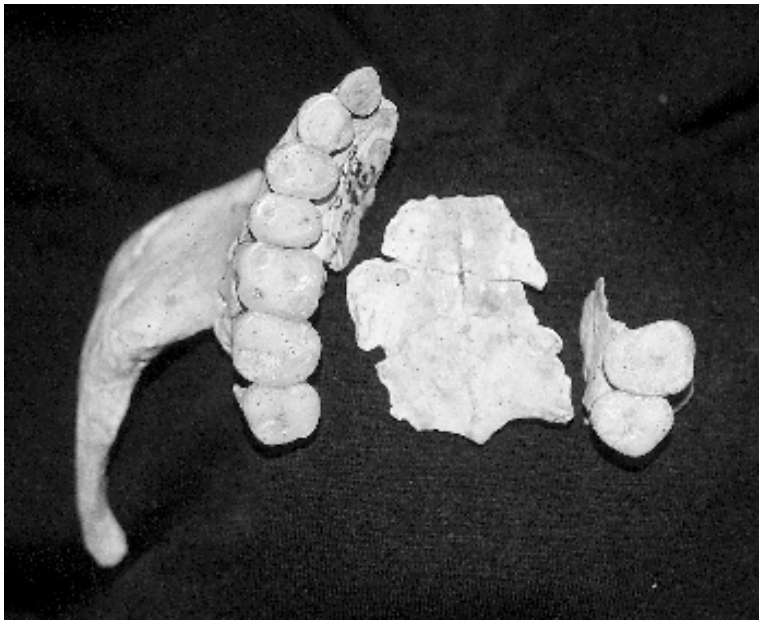


Figure 41. Vue palatine du maxillaire partiellement reconstruit de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91B2) (sans échelle, dimensions : Tableau 13)

Dents inférieures

Toutes les dents inférieures sont présentes (Figure 40 p.100). Les M_3 sont complètement développées. Cependant, la dentine est très fragile et certaines couronnes sont désolidarisées des racines. Ainsi, les P_3, P_4, M_1 et M_2 droites et les I_1, C, M_1, M_2 et M_3 gauches sont brisées au collet, parallèlement au plan occlusal.

Tableau 14. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2)

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	4,7	5,7	5	5,7
I_2	5,6	6,2	5,8	6,1
C	6,9	7,8	6,9	7,9
P_3	7	8,6	7,3	8,8
P_4	7,2	9,6	7,4	9,5
M_1	11,6	11,5	11,2	11,4
M_2	11,7	11	11,5	10,8
M_3	11,1	11	10,6	11,1

2. LA GROTTE DE TABON (PALAWAN, PHILIPPINES)

2.1. Introduction

La grotte de Tabon, située au sein d'un immense réseau karstique sur la côte sud-ouest de l'île de Palawan (Philippines, Figure 42 p.104) a été fouillée pendant les années 1960 par une équipe du Muséum national de Manille dirigée par Robert Fox. Plusieurs restes humains fossiles ont été mis au jour dans ce site (deux fragments de mandibules et un frontal) et les résultats de ces campagnes de fouille ont été publiés sous la forme d'une monographie en 1970 (Fox, 1970). En raison des niveaux d'occupation humaine anciens (plus de 30 000 ans BP), des industries mais aussi des fossiles humains exhumés, le site de Tabon est fréquemment cité dans la littérature comme l'un des gisements du Pléistocène supérieur les plus importants d'Asie du Sud-Est insulaire (Howells, 1973b ; Bulbeck, 1981 ; Bellwood, 1997). Or depuis cette publication originale de Fox, et jusqu'aux récents travaux effectués sur le site par une équipe de la même institution, aucune ré-évaluation critique des données issues de ces fouilles n'avait été entreprise alors même que de nombreux points d'ombre subsistaient. Notons tout particulièrement des corrélations stratigraphiques peu claires entre la zone de fouille même et les niveaux situés dans le fond de la grotte ayant livré les restes humains (aucune datation directe de ceux-ci n'était disponible), et surtout l'absence de description anthropologique des fossiles humains, présentés succinctement par Fox (1970).

2.2. Des niveaux d'occupation et des restes humains

Contexte archéologique

Les niveaux d'occupation mis en évidence dans la grotte (Figure 43 p.105) ont été datés par ^{14}C (sur charbons), ils couvrent une période comprise environ entre 30 500 ans BP pour les plus anciens (quoique certains niveaux plus anciens aient été estimés à au moins 50 000 ans) jusqu'à 9 000 ans BP pour les plus récents (Fox, 1970). Les industries mises au jour dans les différents niveaux sont essentiellement composées d'outils sur éclats de formes et de

dimensions variées, dont de nombreux racloirs, parfois denticulés (Figure 43 p.105). Fox (1970) a proposé de nommer *Tabonien* cet assemblage lithique. De rares restes fauniques, parmi lesquels *Cervus sp.* et *Sus sp.*, ont été exhumés.

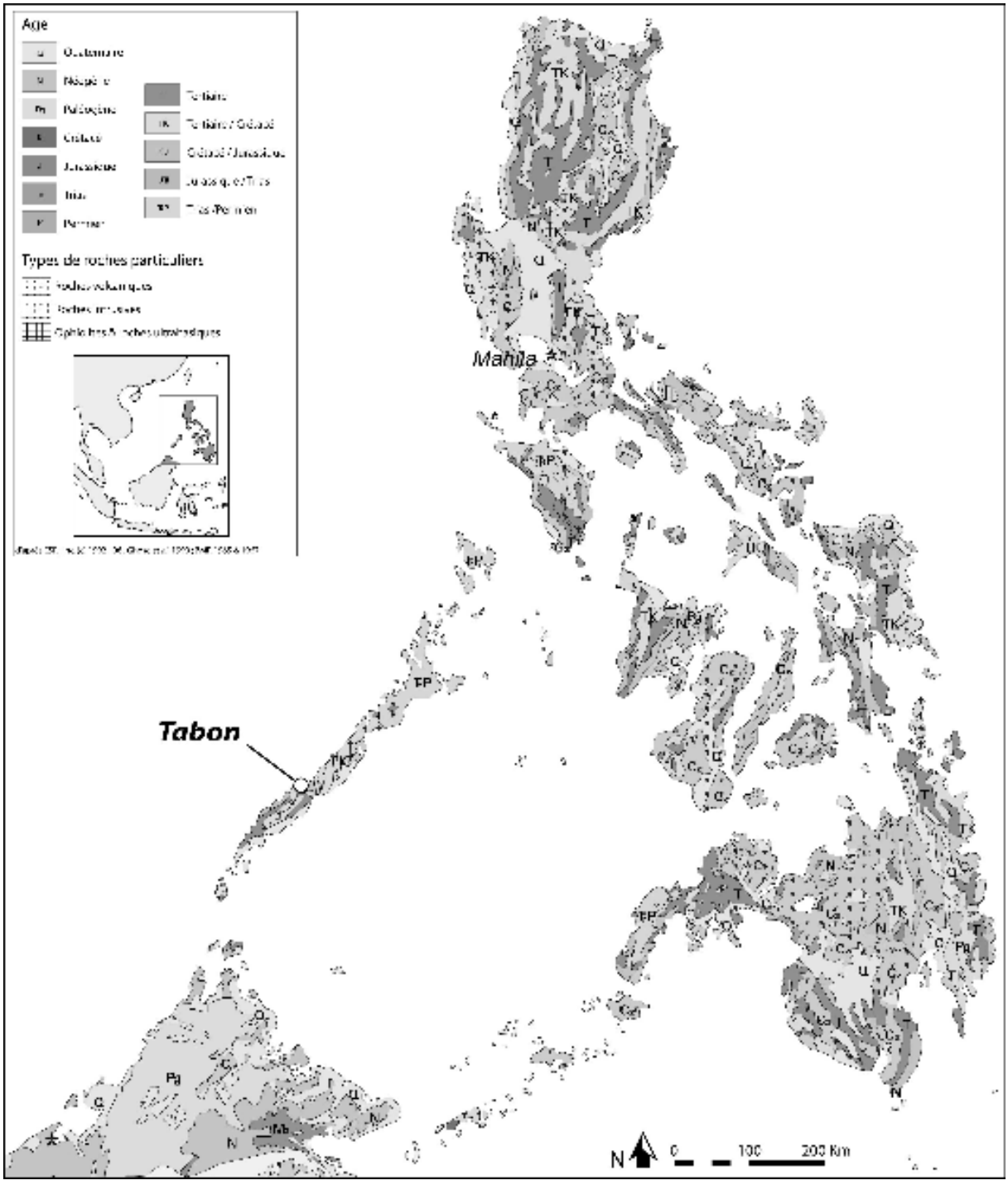


Figure 42. Localisation de la grotte de Tabon dans son contexte géologique

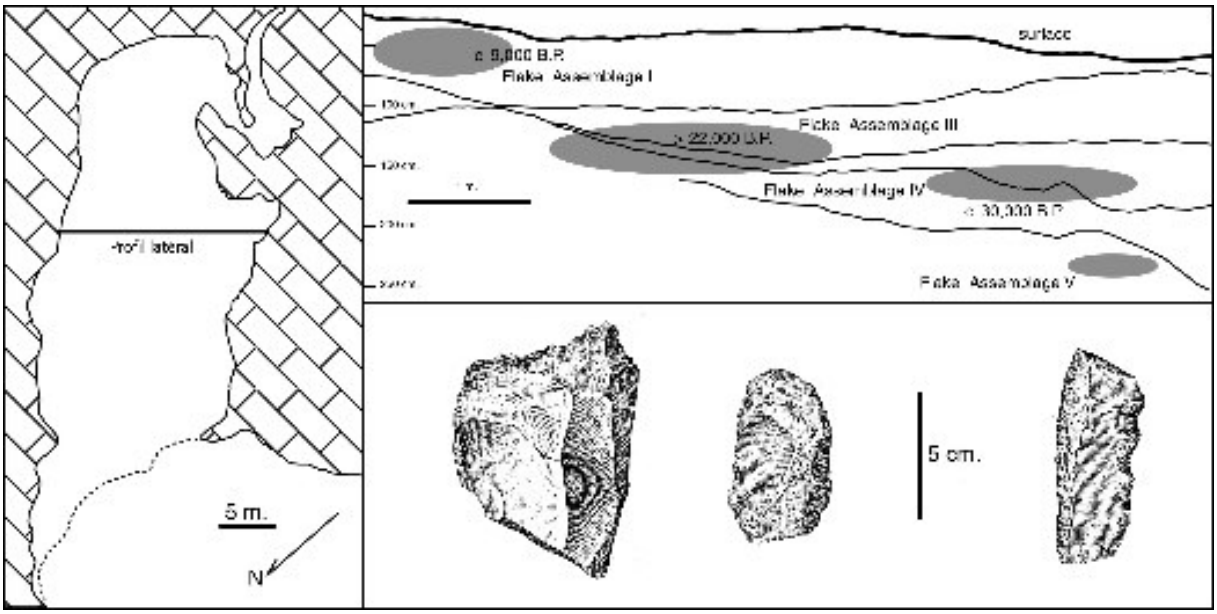


Figure 43. Plan de la grotte de Tabon, stratigraphie et outils sur éclats de l'Assemblage III (d'après Fox, 1970 et Dizon *et al.*, 2002)

Les niveaux les plus récents (premier millénaire BC) ont livré des restes humains dans plusieurs sépultures en jarres (Fox, 1970), mais ceux qui nous intéressent au tout premier plan sont les restes provenant des niveaux datés du Pléistocène supérieur. Ces fossiles sont constitués de deux fragments de mandibules et d'un frontal (complété par les os propres du nez). Ils ont été mis au jour en 1962 entre 50 et 88 cm de profondeur mais hors zone de fouille, dans des niveaux considérablement perturbés par l'activité des *Tabon Birds* comme toute la partie postérieure de la grotte. Fox a par la suite corrélé l'emplacement des restes humains fossiles avec les niveaux de la zone de fouille contemporains de l'Assemblage lithique III, pour lesquelles des datations ont donné des âges compris entre 22 000 et 24 000 ans BP. La provenance exacte des fossiles semble cependant peu claire (Dizon, *comm. pers.*) et leur ancienneté a parfois été remise en question (Howells, 1973b ; Bulbeck, 1981). Ces restes humains n'ont jamais fait l'objet d'une étude complète depuis leur découverte. Il s'agit pourtant des seuls *Homo sapiens* fossiles anciens connus pour les Philippines et ils font partie des rares restes humains du Pléistocène supérieur en Asie du Sud-Est insulaire.

La « Mandibule de Tabon » (Macintosh, 1978)

L'unique description de restes humains provenant de Tabon est celle de deux fragments de mandibule, l'un droit, l'autre gauche, appartenant à un individu unique, publiée par Macintosh en 1978. Ces deux fragments, qui ne sont pas mentionnés par Fox (1970), sont absents des collections de Tabon conservées actuellement aux Philippines (Dizon, *comm. pers.*), nous avons seulement pu en étudier un moulage. Les mesures relevées à cette occasion apparaissent dans les analyses du chapitre 3 mais une description détaillée n'est pas entreprise ici puisqu'elle est déjà disponible (Macintosh, 1978). Dans ses notes personnelles pour la préparation de cet article, Macintosh soulignait d'ailleurs la grande importance des autres fossiles de Tabon (tout particulièrement le frontal) ; personne n'a pourtant poursuivi ce travail après son décès.

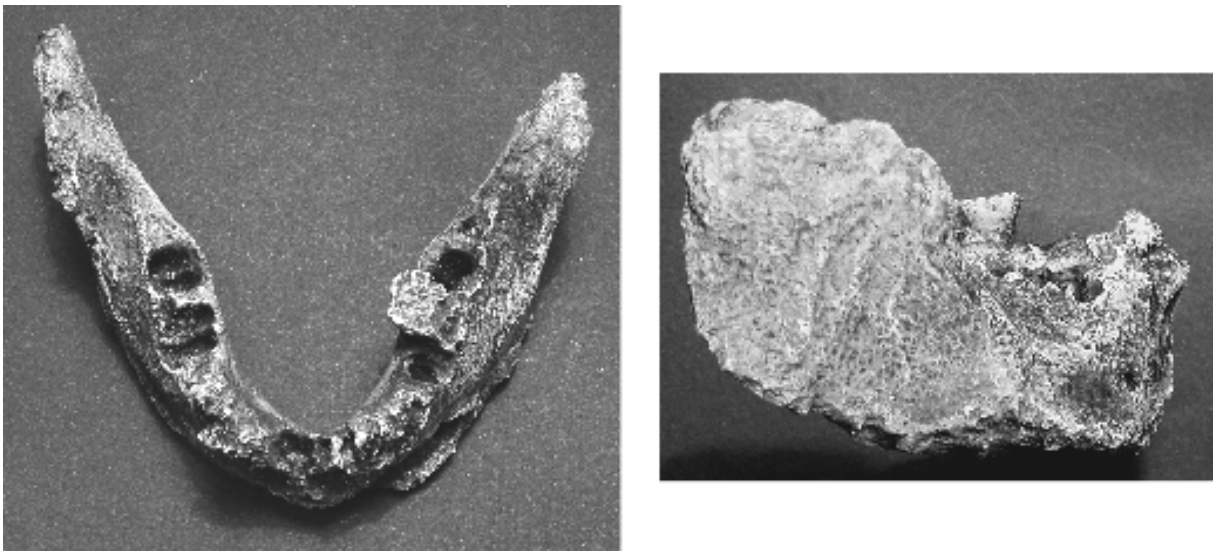


Figure 44. Vue supérieure et latérale droite de la mandibule de la grotte de Tabon (moulage) décrite par Macintosh (1978)

Il ressort de l'analyse effectuée par Macintosh (1978) que cette mandibule (Figure 44) présente seulement de faibles affinités avec les mandibules dites de type mongoloïde puisqu'elle est beaucoup plus robuste, d'après le codage des caractères mandibulaires conservés. Sa morphologie se rapproche plus de celle des mandibules d'Aborigènes australiens avec lesquelles elle a pu être comparée, sans pour autant leur être identique. L'auteur reconnaît qu'il est difficile de s'avancer plus dans ces comparaisons étant donné l'état de conservation du fossile. Il propose cependant que ces affinités australiennes, visibles aux Philippines il y a environ 20 000 ans, indiquent l'étendue importante d'un peuplement « australien ancien » qui pourrait être en partie relié à des migrations faciles entre Bornéo et

Palawan lors des périodes de bas niveaux marins. Macintosh imaginait alors deux scénarios : soit le sud des Philippines a été un point de rencontre entre populations à affinités australiennes et est-asiatiques, soit cette région occupée jusqu'alors par une population australienne ancienne a vu l'arrivée soudaine de populations est-asiatiques.

2.3. Les fossiles humains de Tabon : découvertes anciennes… étude récente

Désireux d'évaluer le potentiel des couches pléistocènes préservées dans le site et l'opportunité d'y conduire de nouvelles fouilles systématiques, une équipe de la Division d'Archéologie du Muséum national de Manille dirigée par E. Dizon a tout d'abord voulu essayer de répondre aux questions restées en suspens depuis les travaux originels de Fox. Dans cette optique, une collaboration franco-philippine a été établie, dans un premier temps pour décrire et dater les fossiles humains pléistocènes inédits et dans un second temps pour établir une stratigraphie rigoureuse des niveaux archéologiques, contrôlée par des datations absolues (Dizon & Ronquillo, 2001 ; Dizon *et al.*, 2001 ; Détroit & Dizon, 2002).

Chacun de ces restes a été l'objet d'une étude exhaustive, combinant la description paléoanthropologique classique, approfondie par des données scanographiques (*CT scan*), et l'analyse des dimensions relevées. La première étape de cette collaboration a fait l'objet d'une publication dans laquelle les premiers résultats de l'analyse paléoanthropologique et la datation directe du frontal humain fossile sont proposés (Dizon *et al.*, 2002).

2.3.1. Le fragment droit de mandibule de Tabon (Sg 19)

La pièce numérotée P–XIII–T–436; Sg 19 (Figure 45 p.108), est un fragment d'une demi-mandibule droite. Il présente la portion du corps mandibulaire correspondant aux alvéoles des trois molaires ainsi que la partie la plus antérieure de la branche montante (l'apophyse coronoïde est quasi-complète). Toutes les dents sont absentes et ont vraisemblablement été perdues après la mort de l'individu (aucune résorption alvéolaire n'est visible).

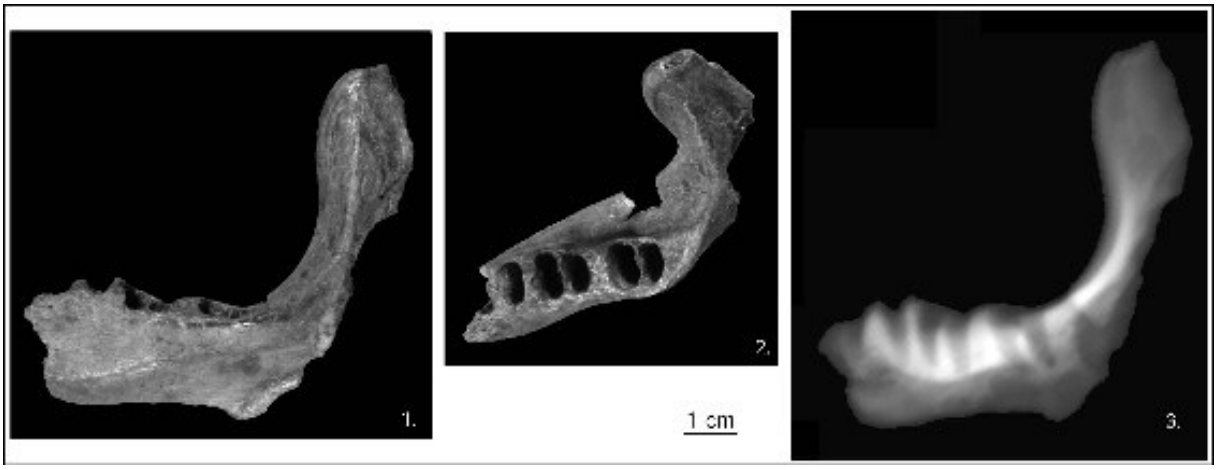


Figure 45. Fragment droit de mandibule mis au jour dans la grotte de Tabon (PXIII–T436 Sg19)
1. vue latérale (face interne)
2. vue supérieure
3. radiographie en vue latérale

La ligne oblique externe, faiblement marquée, rejoint le bord antérieur du ramus en formant un angle d'environ 95°. Le foramen mentonnier n'est pas préservé. Le bord antérieur de l'apophyse coronoïde est aplati, souligné en arrière et de chaque côté (faces médiale et latérale) par une fine crête délimitant la zone d'insertion des muscles temporaux.

La ligne mylo-hyoïdienne est mousse mais marquée par un étroit sillon depuis l'arrière de l'alvéole de la M_3 jusqu'à la fracture du corps vers l'avant, à la verticale de l'alvéole de la M_1 (Figure 45.1). Sous cette ligne se trouve la fossette sous-maxillaire, peu concave, qui s'étend jusqu'à la fracture de la base. Vu de face, le ramus apparaît nettement oblique vers l'extérieur plutôt que sub-vertical (il forme un angle d'environ 120° avec le plan occlusal). En vue supérieure (Figure 45.2), le *sulcus extramolaris* est large, surtout au niveau de l'alvéole de la M_3 (env. 8 mm).

La morphologie ainsi que les mesures limitées effectuées sur ce spécimen (Tableau 15) correspondent à un *Homo sapiens* moderne assez gracile.

Tableau 15. Dimensions en mm du fragment droit de mandibule (Sg19) mis au jour dans la grotte de Tabon

Mandibule Sg19	Dimensions
épaisseur du corps	
au niveau M_1/M_2	15
au niveau M_2/M_3	16,5
longueur (inter-alvéolaire) du corps	
de M_1/M_2 à l'arrière de M_3	21

2.3.2. Le fragment gauche de mandibule de Tabon

Le second fragment de mandibule (Figure 46 p.110) ne porte pas de numéro d'inventaire, il correspond à la figure 12-F de Fox (1970 : 41). Ce fragment de mandibule gauche très minéralisé (ceci nous a été confirmé lors de l'étude au scanner médical) présente la partie supérieure du corps mandibulaire, depuis la moitié de l'alvéole de la P_3 jusqu'à l'avant de l'alvéole de la M_3. Les molaires inférieures 1 et 2 ne sont conservées que par leurs racines, encore fixées dans leurs alvéoles respectives. L'étude des images et des reconstitutions scanographiques du fossile nous a permis de mettre en évidence la présence et la forme des racines au sein de l'os mandibulaire (Figure 46.3).

Une troisième molaire inférieure a été recollée -dans une mauvaise position anatomique- contre la dernière alvéole (Figure 46.2). Cependant, l'appartenance de cette dent au fragment mandibulaire n'est pas certaine (elle ne ressemble pas à la dent figurée sur le dessin du fossile présenté par Fox, 1970 : 41) et ne semble pas confirmée par les rapports de fouilles. Il pourrait éventuellement s'agir de la dent humaine, aujourd'hui absente des collections, mentionnée par Fox (1970 : 34) dans le profil stratigraphique du remplissage de la grotte. En septembre 2001, lors de notre seconde étude de ce fossile avec E. Dizon, nous avons pris la décision de décoller cette molaire du fragment mandibulaire (Figure 46.4).

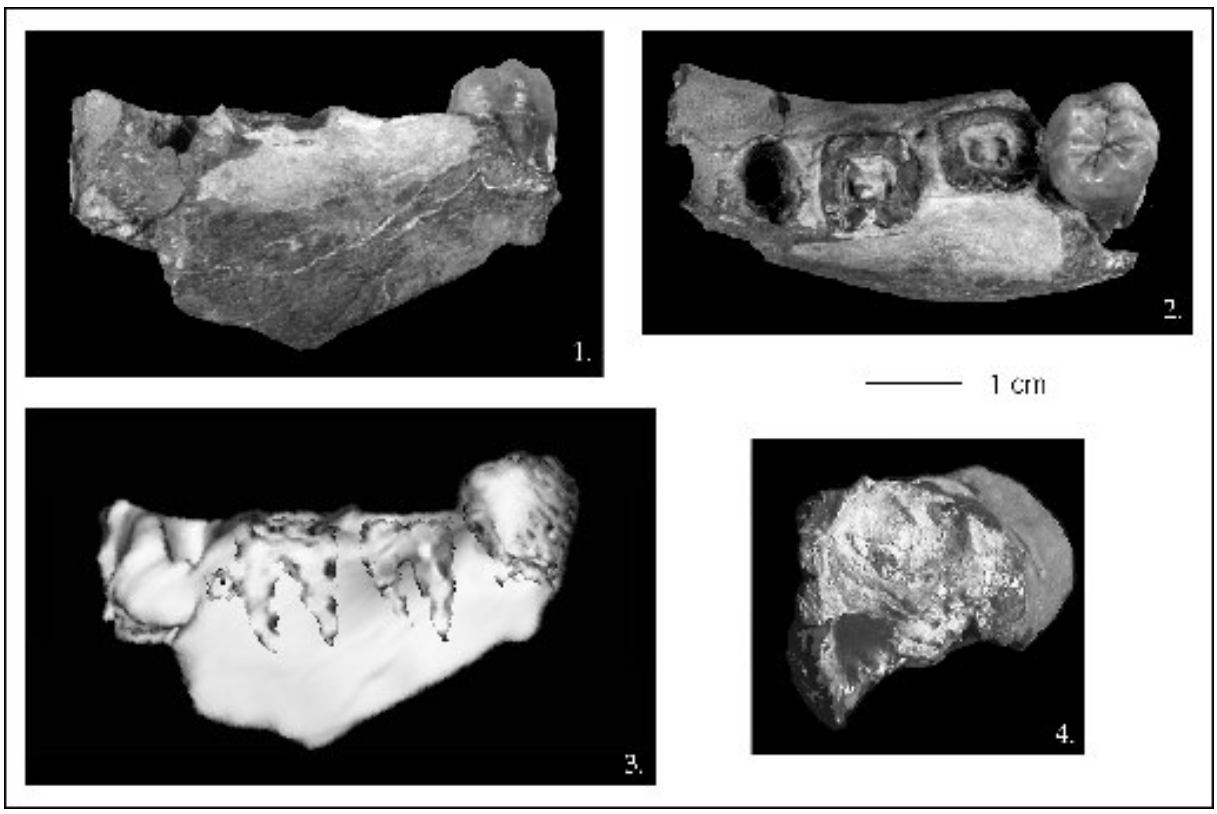


Figure 46. Fragment gauche de mandibule et M_3 mis au jour dans la grotte de Tabon
1. vue latérale (face externe)
2. vue supérieure (notez la mauvaise position de la M_3 dans l'alvéole)
3. reconstitution scanographique montrant les racines des M_1 et M_2 dans leurs alvéoles respectives
4. vue postérieure après décollement de la molaire

La morphologie de ce fragment est très robuste pour tous les caractères observables.

En section (ou en vue postérieure), le contour de la partie conservée (partie supérieure du corps mandibulaire) est très arrondi, en forme de tonneau. Sur la face interne, le début d'un planum alvéolaire est nettement visible, au niveau de l'alvéole de la P_4 (Figure 46.2). La ligne oblique externe est mousse mais très proéminente, elle est sub-parallèle au plan occlusal jusqu'à la verticale de la M_3 (Figure 46.1). Cette ligne délimite une dépression bien marquée à la base de l'alvéole de la M_2, celle-ci est en effet décalée du côté lingual par rapport à l'alignement formé par les autres alvéoles (Figure 46.2). Le foramen mentonnier n'est pas visible, il devait se situer dans l'axe des racines de la P_4, juste en avant de la fracture du fossile. La ligne mylo-hyoïdienne n'est pas conservée. Sur la face interne, seules la *prominentia alveolaris* et une petite portion de la *fossa subalveolaris* (planum alvéolaire) à la base de l'alvéole de la P_4 sont visibles.

Tableau 16. Dimensions en mm du fragment gauche de mandibule mis au jour dans la grotte de Tabon

Fragment gauche de mandibule	Dimensions
épaisseur du corps	
Au niveau P4/M1	19
au niveau M1/M2	21
au niveau M2/M3	21,5
longueur du corps	
de M2/M3 à M1/M2	13
de M1/M2 à P4/M1	24
de M1/M2 à P3/P4	32

Le fort développement de ces caractères morphologiques et les grandes dimensions de ce fragment (Tableau 16) nous ont poussé à tester son attribution à *Homo sapiens*. Dans cette optique, nous l'avons comparé à des mandibules de *Pongo pygmaeus* (collections du Laboratoire d'Anatomie Comparée du MNHN), le seul Anthropoïde non humain de grande taille présent en Asie du Sud-Est.

Pour les longueurs (inter-alvéolaires), le fragment gauche de Tabon se situe à la limite du domaine de variabilité des *Homo sapiens* mais il est aussi dans celui des *Homo erectus* et des *Pongo pygmaeus* (Figure 47.b). En revanche, les épaisseurs du corps aux niveaux P_4/M_1 et M_1/M_2 sont nettement plus élevées que les valeurs maximales de notre échantillon d'*Homo sapiens* actuels et fossiles de comparaison (Figure 47.a). Les valeurs pour ces deux épaisseurs rentrent dans la variabilité de nos échantillons d'*Homo erectus* et de *Pongo pygmaeus*. En ce qui concerne l'épaisseur au niveau M_2/M_3, le fossile de Tabon présente une valeur proche de celle de Wajak II, cette mandibule particulièrement robuste présente la valeur maximale de notre échantillon d'*Homo sapiens*. Notons que cette valeur se situe également dans les limites de variation des *H. erectus* et des *P. pygmaeus*.

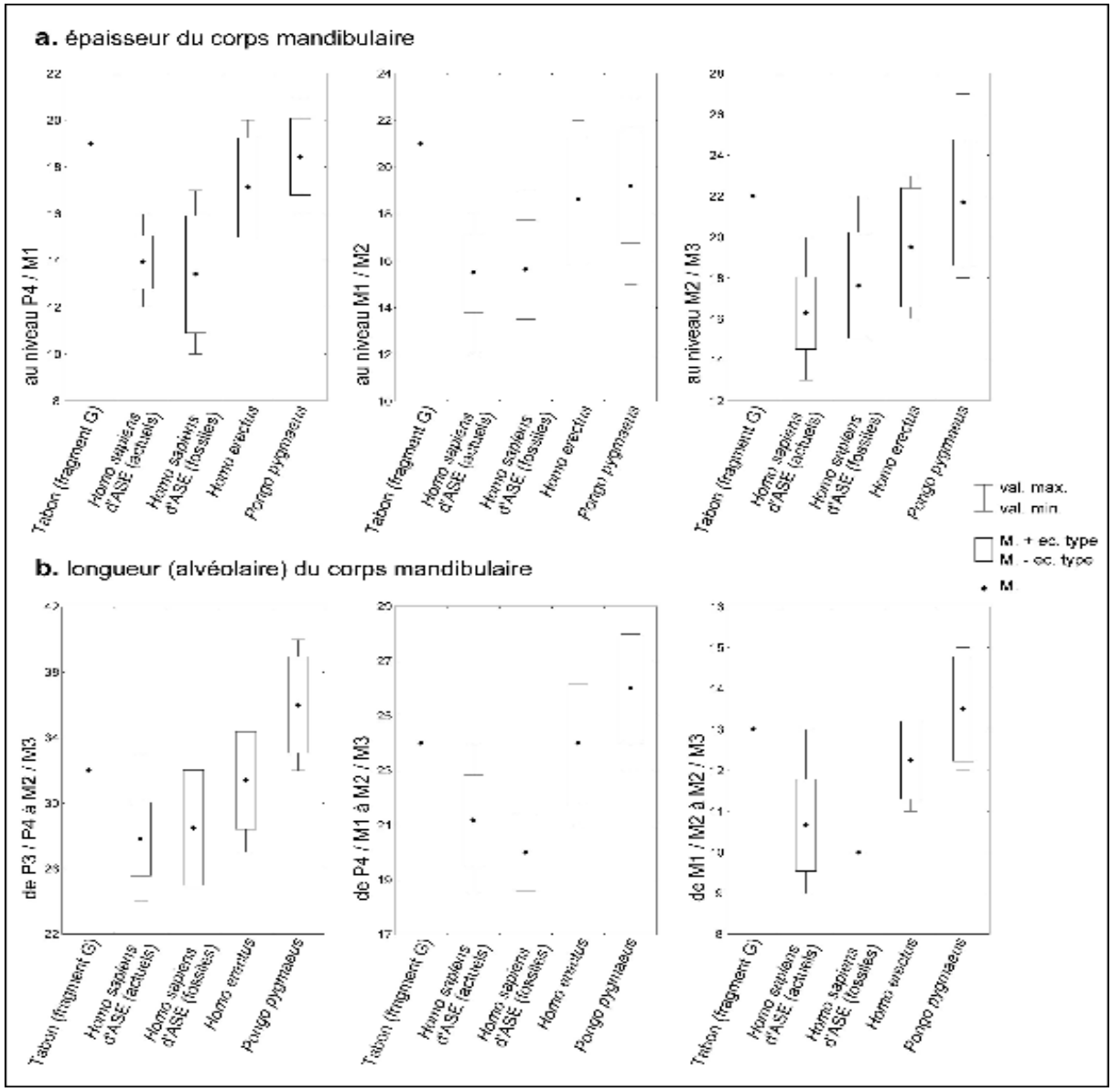

a. épaisseur du corps mandibulaire
au niveau P4 / M1
au niveau M1 / M2
au niveau M2 / M3
Tabon (fragment G)
Homo sapiens d'ASE (actuels)
Homo sapiens d'ASE (fossiles)
Homo erectus
Pongo pygmaeus
val. max.
val. min
M. + ec. type
M. - ec. type
M.
b. longueur (alvéolaire) du corps mandibulaire
de P3 / P4 à M2 / M3
de P4 / M1 à M2 / M3
de M1 / M2 à M2 / M3
Homo erectus

Figure 47. Comparaison des dimensions (en mm) du fragment gauche de mandibule de Tabon avec des *Homo sapiens* actuels et fossiles d'Asie du Sud-Est (ASE), des *Homo erectus* et des spécimens de *Pongo pygmaeus*. (Val. max. = valeur maximale, val. min. = valeur minimale ; M. = moyenne ; ec. type = écart type)
Composition des échantillons :
a. épaisseurs : *H. sapiens* actuels : 16 individus masculins (IPH) ; *H. sapiens* fossiles : Wajak II, Upper Cave 101, MKC91B1, MKC91B2, SKC92B1 ; *H. erectus* : Sangiran 1b, Zkd A2.2 et G1.6, Tighenif ; *P. pygmaeus* : 8 individus féminins et jeunes masculins (Laboratoire d'Anatomie Comparée, MNHN)
b. longueurs : *H. sapiens* actuels : 16 individus masculins (IPH) ; *H. sapiens* fossiles : Wajak II, UC 101 ; *H. erectus* : Sangiran 1b, Zkd A2.2 et G1.6, Tighenif ; *P. pygmaeus* : 8 individus féminins et jeunes masculins (Laboratoire d'Anatomie Comparée, MNHN)

Ainsi, le nombre limité de mesures disponibles permet tout de même de mettre en évidence les très fortes dimensions de cet individu de Tabon, souvent proches de celles du *Pongo pygmaeus*. Cependant l'alvéole de la prémolaire 4, quoique endommagée, ne présente

pas la forme à trois racines, largement majoritaire chez le genre *Pongo*. La forme générale de cette alvéole ne correspond pas à celle rencontrée chez les orangs-outans.

L'individu sud-est asiatique le plus proche est Wajak II. Cependant, pour cette portion anatomique, les dimensions de celui-ci sont plus petites et le planum alvéolaire est moins développé que sur le fragment gauche de mandibule de Tabon. En conclusion, ce fragment pourrait correspondre à un *Homo sapiens* particulièrement robuste.

Etant donnée son origine peu claire, la troisième molaire inférieure qui avait été collée au fragment n'a pas été prise en compte dans cette discussion. Cette M_3 de grandes dimensions (MD=12,8 ; BL=11,1 mm), présente une surface occlusale crénelée. Cependant, ces rides ne semblent pas aussi fines et abondantes que chez le genre *Pongo*.

2.3.3. Le frontal de Tabon

L'os frontal (non numéroté, figure 12 c, d, e de Fox, 1970) est pratiquement complet (Figure 48 p.114), il est toutefois endommagé le long de la suture coronale et sur sa partie gauche, en allant vers le ptérion. La partie horizontale du frontal est également endommagée, le toit des orbites est conservé sur quelques millimètres seulement d'avant en arrière (Figure 48.2). Les os propres du nez sont présents, en connexion anatomique.

Les dimensions générales de cet os frontal sont plutôt faibles (Tableau 17).

Tableau 17. Dimensions de l'os frontal mis au jour dans la grotte de Tabon (en mm ; les dimensions approximatives du fait de l'érosion du fossile sont entre parenthèses)

Nasion Bregma (corde)	Glabelle Bregma (corde)	largeur frontale minimale	largeur inter-orbitaire	Nasion Bregma (arc)
(118)	(116)	97	25	(138)

Sa morphologie est caractérisée par des arcades sourcilières bien marquées et projetées, reliées sagittalement par une glabelle proéminente. La région glabellaire, au sein de laquelle une portion de suture métopique est toujours visible sur environ 17 mm à partir du nasion, est la partie la plus saillante en vue supérieure. En revanche, de chaque côté, les trigones sont très fins et graciles. En arrière de ces reliefs, se trouve un sulcus supra-orbitaire, vaste région à concavité marquée, d'environ 3 cm de large d'avant en arrière (Figure 48.1 et Figure 48.3).

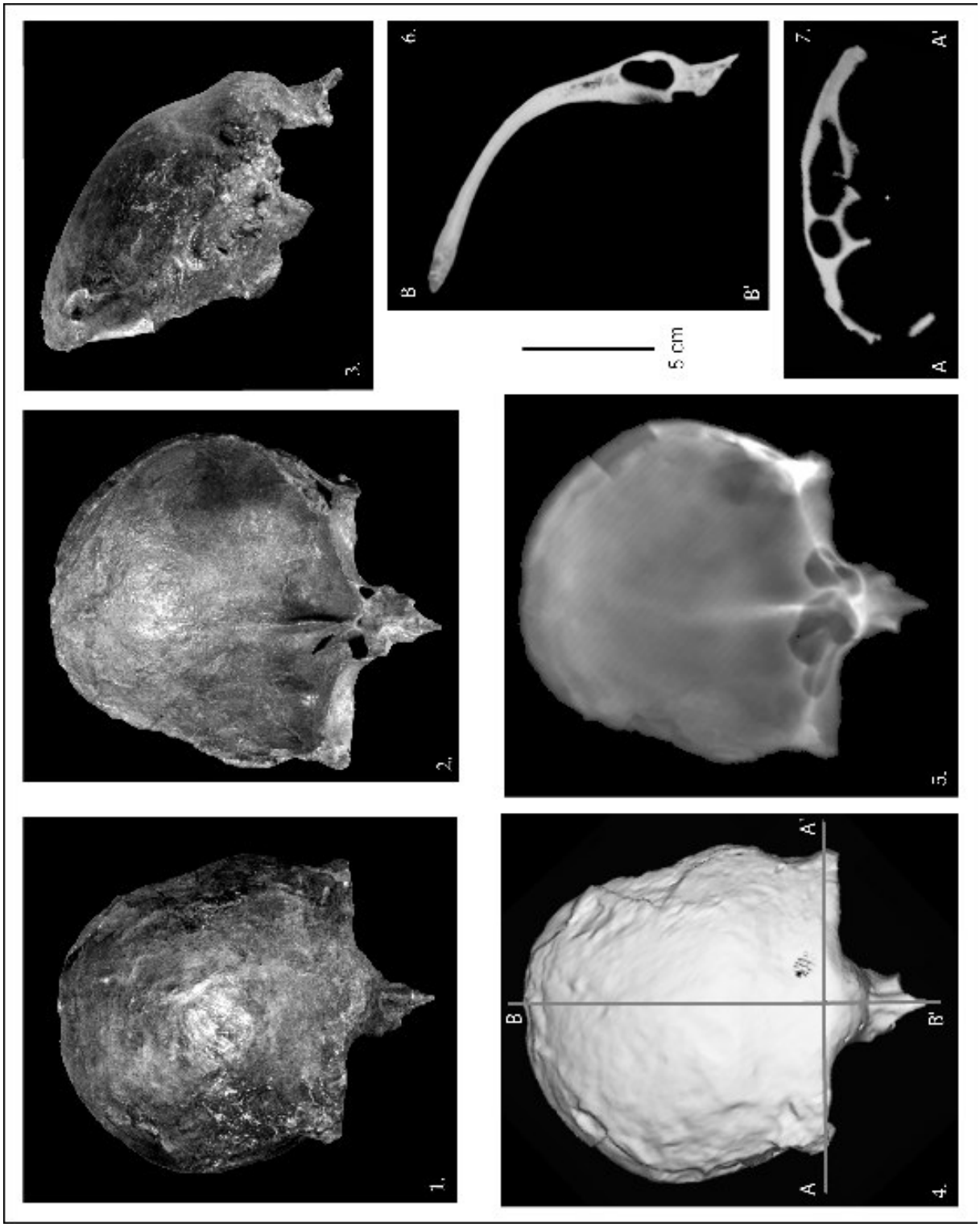


Figure 48. Os frontal et os propres du nez mis au jour dans la grotte de Tabon

1. vue antérieure
2. vue postérieure (face interne)
3. vue latérale droite
4. reconstitution scanographique en vue antérieure et emplacement des coupes A-A' et B-B'
5. radiographie depuis la face interne (notez le développement différentiel des sinus frontaux gauche et droit et l'emplacement du prélèvement pour datation effectué dans les années 1970)
6. coupe scanographique sagittale (B-B')
7. coupe scanographique transversale (A-A')

En vue latérale (Figure 48.3), la dépression infra-glabellaire est fortement creusée, même si l'inclinaison des os nasaux semble être légèrement exagérée (déformation taphonomique). En arrière du sulcus supra-orbitaire, l'écaille frontale est assez bombée et, malgré le mauvais état de surface de l'os, on devine le développement de deux éminences distinctes. Ceci pourrait indiquer que nous sommes en présence du frontal d'une jeune femme adulte. Cette détermination est en accord avec les premières observations de Macintosh (1975, manuscrit non publié) mais Howells (1973 :179) , sans donner d'argument, considérait cet individu comme masculin.

Les images radiographiques (Figure 48.5) et scanographiques (Figure 48.6 et Figure 48.7) montrent le développement des sinus, occupant pratiquement tout l'espace au-dessous et en arrière des arcades supra-orbitaires. Les sinus sont nettement plus développés du côté gauche que du côté droit.

2.4. Onze nouveaux fossiles humains

Au cours de l'année 2000, l'équipe de la Division d'Archéologie du Muséum national de Manille a mis au jour une série de nouveaux restes humains fossiles lors de l'étude du remplissage archéologique préservé dans la grotte de Tabon depuis les fouilles des années 1960 (Dizon & Ronquillo, 2001 ; Détroit & Dizon, 2002). Dans un premier temps, treize fossiles fragmentaires avaient été attribués à l'espèce *Homo sapiens*. A l'issue de l'étude de ces fossiles en septembre 2001, nous avons maintenu la détermination humaine de 12 spécimens, écartant un fragment d'os long (n° IV-2000-T-329).

2.4.1. Os crâniens

Parmi ces 12 restes humains fossiles, on remarque deux fragments crâniens.

Le premier (n° IV–2000–T–188) est une portion d'os temporal droit consistant en l'apophyse mastoïdienne (Figure 49 p.116). Sur le haut du fragment, la suture pariéto-temporale est conservée sur 18 mm et, sous l'astérion, la suture lambdoïde est visible sur environ 31 mm (Figure 49. a et c). Vers l'avant, la fracture passe le long du méat acoustique. Cette apophyse mastoïdienne est bien développée mais peu robuste : elle est large en vue latérale mais assez peu épaisse en vue antérieure (Figure 49. b et c). La surface externe est

irrégulière mais, hormis une légère ride sub-verticale, aucun relief marqué n'est apparent. La hauteur approximative de cette apophyse est d'environ 35 mm et les épaisseurs aux sutures pariéto-temporale et lambdoïde sont respectivement de 10 à 11 mm et de 5 à 7 mm.

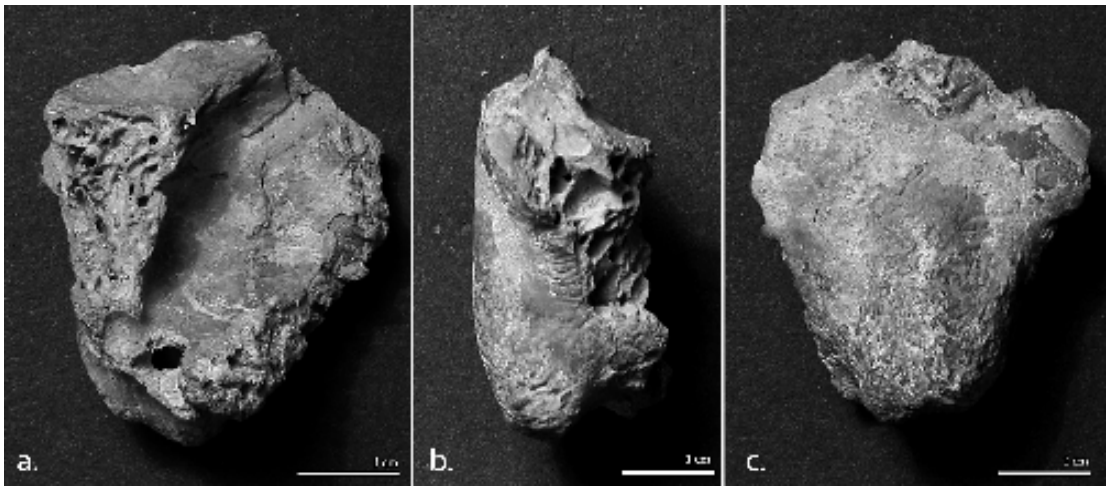


Figure 49. Fragment de temporal droit (apophyse mastoïdienne, T-188) mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon
a. vue interne
b. vue antérieure
c. vue latérale

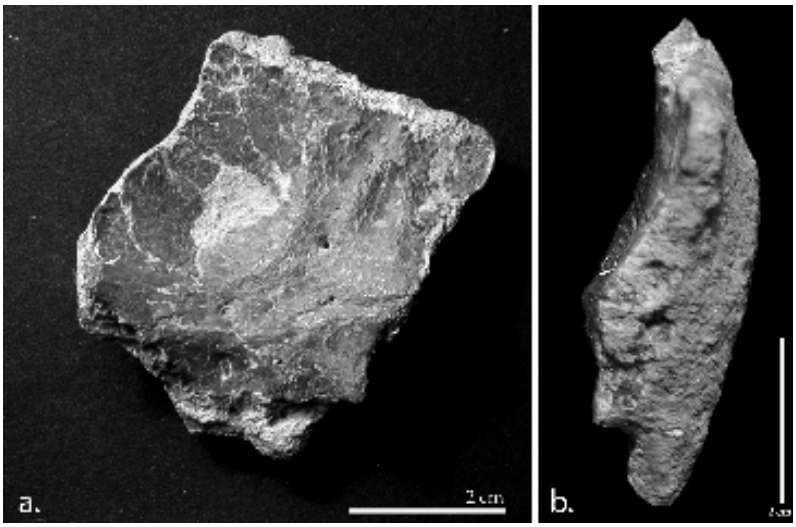


Figure 50. Fragment d'occipital (T-372) mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon
a. vue interne
b. vue latérale gauche

La seconde pièce crânienne (n° IV–2000–T–372) est un fragment d'os occipital (Figure 50). La surface exocrânienne est complètement recouverte de concrétions, empêchant

d'apprécier le degré de développement des lignes nucales. En vue latérale (Figure 50. b), un épaississement modéré, vraisemblablement situé entre les lignes nucales suprêmes et supérieures, est cependant visible, surmonté d'une légère dépression. La protubérance occipitale externe n'est apparemment pas projetée. La face endocrânienne est en revanche très bien conservée (Figure 50. a). La fosse cérébrale droite, assez profonde, est préservée sur environ 25 mm au-dessus du sulcus transverse et environ 28 mm à la droite du sulcus sagittal. De nombreux petits reliefs obliques sont présents à la surface de cette fosse cérébrale. La partie supérieure droite de l'éminence cruciforme est conservée, elle est assez épaisse.

2.4.2. Os post-crâniens

Parmi les os humains post-crâniens les mieux conservés se trouve une épiphyse proximale d'ulna droite (n° IV-2000-T-276 : Figure 51 p.118). Celle-ci est préservée sur une longueur d'environ 100 mm depuis le sommet de l'oléocrâne jusqu'à la fracture. Sa surface est recouverte d'une pellicule de concrétions très résistantes que nous n'avons pu dégager qu'en partie. La grande cavité sigmoïde est haute (env. 25 mm de la base du processus coronoïde jusqu'à la base de l'oléocrâne) et l'oléocrâne est étroit en vue antérieure (env. 19 mm de largeur). Les tubérosités ulnaires, se présentent sous la forme de deux rides sub-verticales marquées malgré le concrétionnement. L'insertion du muscle brachial antérieur et la petite cavité sigmoïde, sub-verticale et mal délimitée, sont également visibles mais peu robustes. En vue latérale, la grande cavité sigmoïde est très ouverte, l'oléocrâne ne « se referme » pas sur le dessus de la cavité. La crête rétro-sigmoïde est peu visible (en partie masquée par du sédiment), en revanche le tubercule rétro-sigmoïde puis la crête supinatrice , ainsi que le tubercule coronoïdien sur la face médiale, sont bien développés et d'aspect mousse. Les diamètres relevés sont moyens (Tableau 18).

Tableau 18. Dimensions en mm de l'épiphyse proximale d'ulna droite mise au jour en 2000 dans la grotte de Tabon

Diamètre antéro-postérieur sous sigmoïdien	Diamètre transverse sous sigmoïdien	Diamètre antéro-postérieur à la fracture
20,5	18	12,5

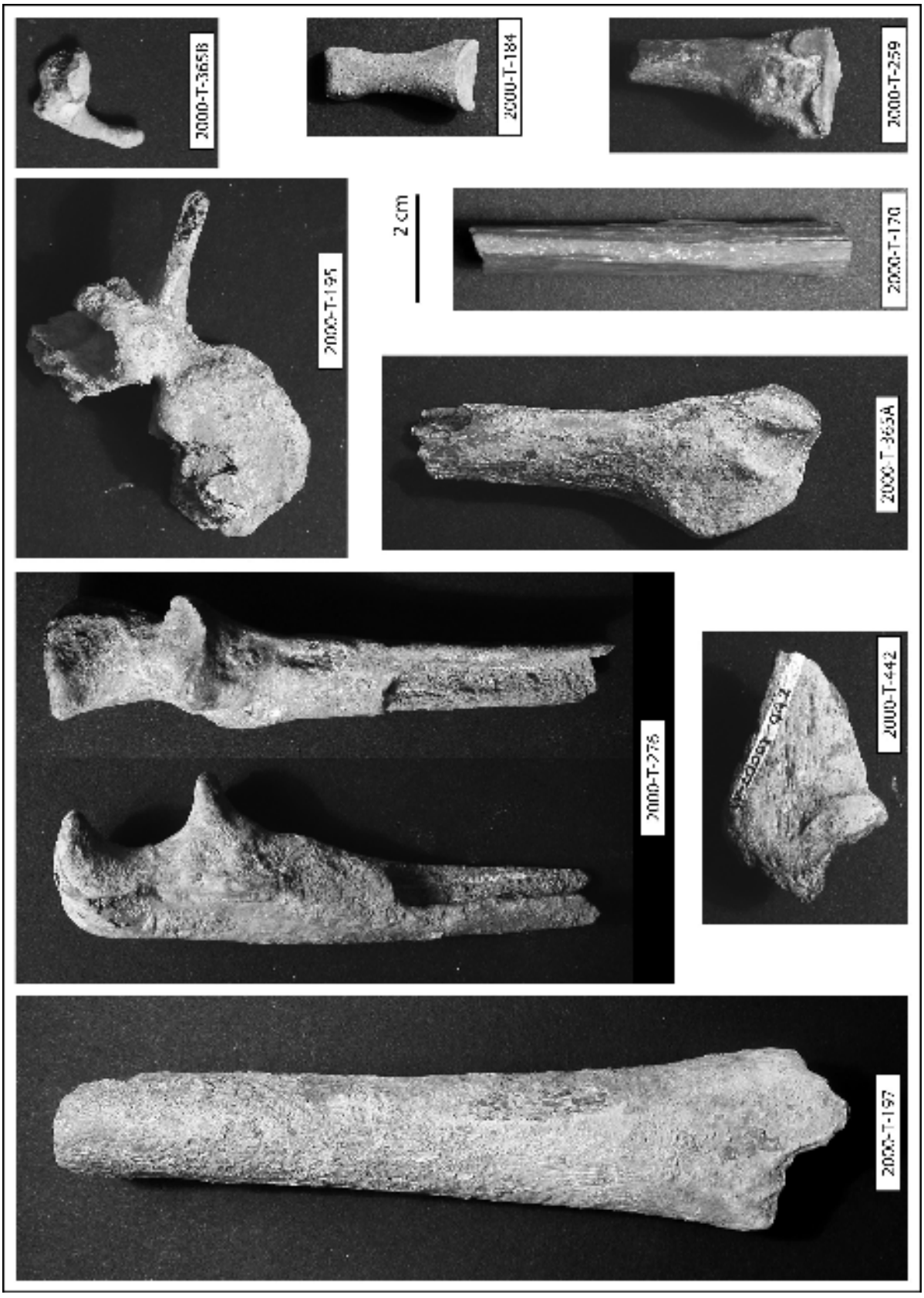


Figure 51. Os humains post-crâniens mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon (voir Tableau 20 p.121 pour la détermination et la provenance de chaque fossile)

Les autres fossiles fragmentaires (Figure 51) présentent des morphologies (robustesse) et des proportions assez comparables avec cette épiphyse d'ulna :

- Une portion inféro-postérieure de calcanéum droit conservée sur environ 45 mm de longueur et 28 mm de largeur (IV-2000-T-442). On remarque que le tubercule postéro-intérieur est bien délimité par le bord aigu de la surface articulaire alors que le tubercule postéro-extérieur, assez allongé, est peu développé.
- Une partie basse de diaphyse de tibia droit (IV-2000-T-197) d'environ 130 mm de longueur sur la face antérieure et 94 mm sur la face postérieure. Les crêtes sont assez mousses (mais en partie couvertes de concrétions).
- La partie proximale d'un métatarse 3 droit d'une longueur d'environ 39 mm (IV-2000-T-259).
- Un fragment d'épiphyse distale de fibula droite (IV-2000-T-365A) d'environ 75 mm de longueur et 28 mm de largeur antéro-postérieure maximale. La surface articulaire maléolaire, sub-verticale, est mal délimitée et la fosse maléolaire est très profonde, en forme de haricot.
- Une vertèbre lombaire (2 ou 3) incomplète (IV-2000-T-195).
- La phalange I d'un quatrième doigt de pied gauche (IV-2000-T-184) d'une longueur totale de 28 mm.
- Un fragment de la partie basse d'une épiphyse distale de fibula gauche (IV-2000-T-170) de 68 mm de longueur (largeur maximale du fragment : 15 mm ; largeur minimale : 9 mm).

Le dernier spécimen des os post-crâniens mis au jour en 2000 est une moitié gauche d'un atlas d'individu juvénile (IV-2000-T-365B : en vue inférieure sur la Figure 51).

2.5. Datations directes des restes humains

Plusieurs datations directes des restes humains par les séries de l'uranium ont été effectuées par C. Falguères et S. Hameau afin de confirmer ou d'infirmer les déductions de Fox (Fox, 1970). Rappelons que celui-ci avait basé sa « datation » des fossiles à 22 000 ans environ uniquement sur la comparaison typologique des outils lithiques mis au jour à proximité (dans la zone remaniée, au fond de la grotte) avec ceux de la zone de fouille pour lesquels il disposait des datations ^{14}C des niveaux archéologiques.

Tableau 19. Datation directe de trois fossiles humains de la grotte de Tabon

Echantillon	U (ppm)	^{234}U / ^{238}U	^{230}Th / ^{232}Th	^{230}Th / ^{234}U	Age (ka BP)
Os frontal	2,88	1,115 ± 0,069	> 100	0,142 ± 0,016	16,5 ± 2,0
Fragment droit de mandibule (PXIII–T436 Sg19)	0,56	1,169 ± 0,210	48	0,249 ± 0,049	31 +8/ -7
Fragment de tibia (IV-2000-T-197)	1,11	1,174 ± 0,150	53	0,354 ± 0,061	47 +11/ -10

Ces trois âges présentent des différences mais ils sont en accord avec les datations ^{14}C des niveaux archéologiques indiquant la présence d'hommes dans la grotte de Tabon au Pléistocène supérieur, dès 30 000 ans BP au moins (Fox, 1970). Plus particulièrement, l'âge du frontal (de 14,5 à 18,5 ka BP) est assez cohérent avec les corrélations et les estimations de Fox. L'âge le plus ancien (fragment de tibia daté de 37 à 58 ka BP), reste à confirmer et la datation d'autres fossiles est en cours. Cependant, l'association de restes humains d'âges variés dans cette zone stratigraphique remaniée est tout à fait envisageable. Les étapes suivantes de cette étude sont la datation des spéléothèmes rencontrés dans divers niveaux de plusieurs zones du remplissage et la reprise des fouilles dans la zone principale afin d'approfondir les corrélations stratigraphiques à l'échelle du site entier.

2.6. Nombre d'individus et affinités des restes humains de Tabon

Tous les fossiles humains de Tabon, y compris ceux mis au jour dans les années 1960 (Tableau 20 p.121) présentent un aspect et une fossilisation visiblement semblables (couleur brun rouge des ossements et concrétions abondantes) à l'exception du fragment gauche de mandibule robuste bien plus minéralisé. Pour tous les restes humains autres que ce fragment de mandibule et que la mandibule décrite par Macintosh (1978) dont la provenance est incertaine, le nombre minimum d'individus est de deux puisque l'atlas appartenait à un individu juvénile.

D'après la taille (moyenne à petite) et le degré de développement des caractères morphologiques (faible robustesse générale) observés sur les autres pièces (frontal, fragment droit de mandibule, vertèbre lombaire, épiphyse d'ulna, diaphyse de tibia, portions de fibula, fragment de calcanéum, métatarse et phalange proximale), il est possible qu'elles appartiennent à un individu unique, cependant les âges obtenus pour le frontal et le fragment droit de mandibule semblent bien distincts.

Tableau 20. Liste de tous les restes humains mis au jour dans la grotte de Tabon, datations, et emplacements précis des fossiles exhumés en 2000 (le n° IV-2000-T-329 en italique n'est vraisemblablement pas humain)

Année de découverte	n° inventaire	Détermination	Datations (ka BP) (U/Th)	Carré	NS	EW	DP ("datum plane")	S (surface)
2000	IV-2000-T-188	apophyse mastoïdienne droite	47 +11/ -10	S7W2	87	126	165	21
	IV-2000-T-372	fragment d'occipital		S7W2	73	140	183,3	36
	IV-2000-T-365B	atlas incomplet (juvénile)		S7W1	148	183	176	60
	IV-2000-T-195	vertèbre lombaire 3 incomplète (éventuellement 2 ?)		S7W2	43	156	165,5	17
	IV-2000-T-276	épiphyse proximale d'ulna droite		S7W1	191	163	116	16
	IV-2000-T-329	*fragment indéterminé*		*S7W1*	*154*	*173*	*136*	*35*
	IV-2000-T-197	fragment de diaphyse de tibia droit		S7W2	34	177	167	16
	IV-2000-T-365A	épiphyse distale de fibula droite		S7W1	148	183	176	60
	IV-2000-T-170	fragment d'épiphyse de fibula gauche (côté distal)		S7W2	87	174	160	18
	IV-2000-T-442	fragment de calcaneus droit		S7W1	Quadrant B			
	IV-2000-T-259	fragment proximal de métatarse 3 droit		S7W1	158	147	108	12
	IV-2000-T-184	phalange proximale du 4ème doigt (pied gauche)		S7W2	40	89	158	3
1962	? "Frontal"	frontal humain	16,5 +/- 2					
	P-XIII-T-436 Sg19	fragment d'une hémi-mandibule droite « gracile »	31 +8 / -7					
	? "Frgt mdb robuste"	fragment d'une hémi-mandibule gauche « robuste »						
?	? "Mdb Macintosh 1978"	2 demi-corps mandibulaires (1 seul individu)						

Il reste désormais à clarifier les relations qui existaient entre ces différents fossiles, et ce à plusieurs niveaux. Au niveau phylogénétique, combien y a-t-il réellement d'individus différents parmi les fossiles exhumés et représentent-ils des groupes humains préhistoriques distincts ? Dans un cadre comparatif plus large, quels sont leurs liens de parenté avec les autres *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est ?

Les descriptions anthropologiques et les datations directes présentées ici permettent de proposer un début de réponse. Il semble que deux morphologies soient présentes, ou peut-être s'agit-il seulement du dimorphisme sexuel d'un seul groupe morphologique (association de spécimens de fortes et de faibles dimensions). Les affinités « australiennes anciennes » de ces fossiles semblent marquées par les grandes dimensions des uns (fragment gauche de mandibule) ou par les caractères morphologiques des autres (morphologie du complexe supra-orbitaire du frontal : arcades et glabelle projetées, trigones bien séparés et assez fins). Les résultats des analyses de l'ADN entreprises récemment sur une partie de ces fossiles nous permettront peut-être de compléter ces comparaisons.

Les âges obtenus pour ces fossiles correspondent bien aux niveaux d'occupation mis en évidence dans le remplissage, il reste cependant à corréler ces restes humains aux niveaux culturels proposé par Fox (1970), si ces derniers sont confirmés par les nouvelles études entreprises sur le matériel lithique d'une part (*cf*. Patole & Forestier, 2001) et la stratigraphie du remplissage d'autre part.

3. LES SITES DE JAVA EST

3.1. Introduction

Depuis les années 1990, les recherches effectuées par le Centre de la Recherche Archéologique indonésien (*Pusat Penelitian Arkeologi*) sur les sites du Pléistocène supérieur et de l'Holocène de l'est de Java se sont intensifiées. Ces travaux, menés dans le cadre de collaborations internationales, ont permis une avancée formidable des connaissances sur l'occupation humaine des grottes (*Song*, *Gua*, *Guo*, *Goa* en Javanais/ Indonésien) sur une longue période de temps. Les recherches effectuées dans la région des Gunung Sewu (« mille collines », Montagnes du Sud de Java) sont un bon exemple de ces collaborations fructueuses (Sémah F. *et al.*, 2002 Widianto & Détroit, 2001 ; Simanjuntak, 2002 ; Détroit *et al.*, 2002).

De nombreux restes humains fossiles ont été mis au jour lors de ces fouilles, dans les Montagnes du Sud mais aussi dans deux autres sites en périphérie (Figure 52 p.124). Ces nouveaux *Homo sapiens* fossiles sont d'une importance capitale. Mis au jour lors de fouilles systématiques, en contexte stratigraphique et culturel connu, ils viennent combler d'importantes lacunes dans le registre fossile humain indonésien. Comme nous l'avons vu, plusieurs individus indonésiens sont connus pour ces âges mais ils souffrent de trop nombreuses incertitudes entourant leurs découvertes anciennes : contextes sépulcraux mal documentés, position stratigraphique, âge et cultures associées méconnus…

Les restes humains exhumés des deux premiers sites présentés dans cette partie apportent une lumière nouvelle sur les plus célèbres *Homo sapiens* fossiles javanais. Le site de Song Gentong est situé à proximité immédiate du fameux gisement de Wajak ayant livré les premiers fossiles humains mis au jour en Indonésie (Dubois, 1920a ; Dubois, 1920b ; Storm, 1995). De même, les nouveaux travaux effectués à Gua Lawa (Sampung) permettent enfin de mieux comprendre la stratigraphie des niveaux archéologiques et la mise au jour de deux nouvelles sépultures complète avec bien plus de détails nos connaissances des modes funéraires pratiqués par les occupants du site au début de l'Holocène.

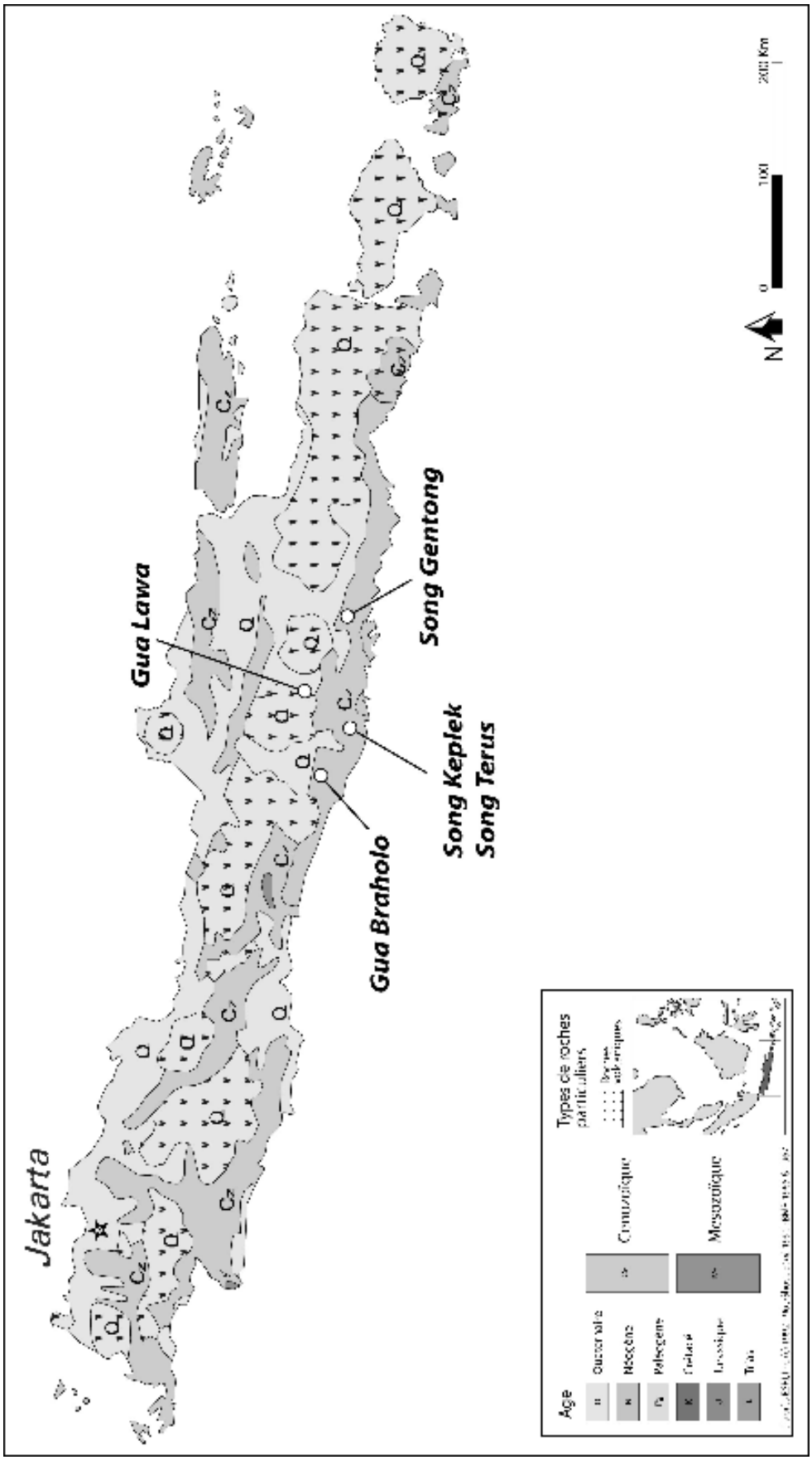


Figure 52. Localisation dans leur contexte géologique des sites javanais ayant récemment livré des restes humains

3.2. Song Gentong (Tulungagung)

3.2.1.1. Présentation du site

Localisation géographique

Deux abris sous-roche, Song Gentong I et II, ont été explorés en 1993 (réalisation d'un puits test). Ces deux sites sont situés à une trentaine de kilomètres au sud-sud–est de la ville de Tulungagung, et à environ 30 km de l'océan. La localisation de ces abris est d'autant plus intéressante que le site de Wajak devait en être très proche. La localisation exacte de la grotte de Wajak semblait perdue, mais récemment, une équipe néerlandaise-indonésienne a annoncé sa re-découverte (Aziz & de Vos, 1989).

Des deux sites, Song Gentong II a livré les niveaux d'occupation humaine les plus riches lors de la fouille dirigée par une équipe franco-indonésienne (Marliac & Simanjuntak, 1996). Une sépulture humaine y a notamment été mise au jour. Nous avons pu observer ces restes humains au *Pusat Penelitian Arkeologi* à Jakarta en septembre 1999. Malheureusement, leur très mauvais état de conservation ne nous a pas permis de réaliser d'observation morphologique poussée ni de mesure. Il est donc important de relever pour ce travail les caractéristiques de la sépulture telles qu'elles ont été notées lors de la fouille. Les observations qui suivent sont synthétisées de la première publication des résultats (Marliac & Simanjuntak, 1996) et des informations qui nous ont été communiquées par H.T. Simanjuntak et Jatmiko (*Pusat Penelitian Arkeologi*).

Niveaux archéologiques

Nous présenterons ici rapidement le contexte archéologique de Song Gentong II uniquement.

Quatre carrés de $2m^2$ chacun ont été fouillés sur environ 180 cm de profondeur, sans atteindre le *bed-rock*. Trois niveaux stratigraphiques successifs ont été distingués dans ce remplissage (Marliac & Simanjuntak, 1996). Ils se caractérisent de la façon suivante, de haut en bas :

- Niveau 1 : il s'agit d'un niveau remanié pouvant atteindre une épaisseur de 50 cm par endroit, il contient des tessons de poterie, des éclats lithiques et des restes fauniques ;

- Niveau 2 : c'est un niveau de 10 à 20 cm d'épaisseur très riche en outillage lithique, restes fauniques et fragments de poterie ;
- Niveau 3 : d'épaisseur indéterminée, c'est au sommet de ce niveau que se trouvait la sépulture. Cette couche contient des outils et des restes fauniques dont la fréquence semble diminuer avec la profondeur ; en revanche, aucun fragment de poterie n'y a été mis au jour, ce niveau est qualifié de « pré-néolithique ».

Une datation ^{14}C a été réalisée sur des charbons situés à une profondeur comprise entre 40 et 50 cm de la surface. Elle a donné un âge de 7090 ± 70 BP (OBDY 1754). La position stratigraphique de ces charbons dans le niveau 2 ou le niveau 3 n'est cependant pas très claire.

3.2.1.2. Restes humains fossiles

La sépulture était aménagée au sommet du niveau archéologique 3, dans une lentille d'argile jaune d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur. Cette lentille n'a livré ni outil ni reste fossile autre que les ossements humains, il s'agit vraisemblablement de sédiment apporté pour le comblement de la dépression aménagée pour recevoir le corps. La mise en évidence de la fosse sépulcrale permet de penser qu'elle était en fait intrusive dans le niveau archéologique 3. Elle est donc plus jeune et peut correspondre au début du Néolithique mis en évidence dès le niveau 2 par la présence de nombreux tessons de poterie.

Le corps, très fragmentaire, se trouvait en position fléchie, reposant sur son côté gauche et la tête dirigée vers le nord (Figure 53 p.127). Les genoux étaient ramenés vers le thorax ; la main droite étatit vers le pubis et la main gauche sous le menton. A côté du corps (à proximité des pieds), une grosse pierre ronde d'environ 25 cm de diamètre et un mortier ont été mis au jour. Cette disposition sépulcrale (corps fléchi, mains sous le menton et présence d'une ou plusieurs grosses pierres), déjà décrite pour certaines découvertes anciennes effectuées en Indonésie (van Heekeren, 1972), est fréquente parmi les nouvelles découvertes présentées dans ce travail (*cf.* sites javanais suivants).

Figure 53. Cliché photographique de la sépulture mise au jour à Song Gentong (cliché H.T. Simanjuntak/ *Pusat Penelitian Arkeologi*)

La présence d'un colorant répandu sur et / ou autour du corps du défunt a été remarquée lors de la fouille. Ceci a pu être confirmé lors de l'étude des ossements humains parsemés de petits nodules et de taches de couleur brun à rouge. Il s'agit vraisemblablement d'hématite.

Description des ossements humains

L'état des ossements est médiocre et excessivement fragmentaire. Les fragments récoltés sont très fragiles et de texture pulvérulente. Cet aspect rappelle celui de certains ossements humains mis au jour dans la grotte de Braholo, cette altération est certainement due à la nature des sédiments de ces sites. Aucun remontage anatomique n'a pu être réalisé. En conséquence, très peu d'informations morphologiques et métriques ont été relevées. L'observation des épiphyses des os longs indique qu'il s'agissait d'un individu adulte.

Les fragments crâniens ne sont pas mesurables. Seule une petite portion des maxillaires supérieurs (partie alvéolaire portant quelques dents) a pu être remontée (Figure 54).

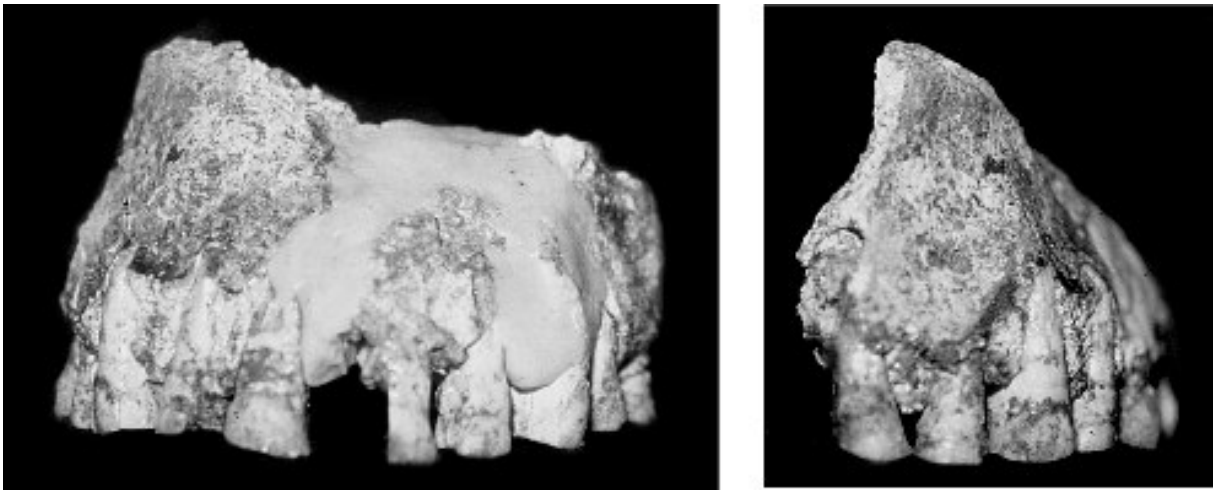


Figure 54. Vues antérieure et latérale droite du maxillaire et des dents supérieures de l'*Homo sapiens* fossile de Song Gentong

Les dents sont également très endommagées. L'arcade dentaire inférieure, comprenant les incisives, les canines et les prémolaires, a pu être en partie reconstituée (Figure 55). En revanche, les molaires inférieures sont complètement brisées et les fragments de couronnes épars n'ont pas pu être remontés. Les dents supérieures préservées sont : I^1, I^2, C, P^3, P^4 droites et I^1 (brisée), I^2, C, P^3, P^4, M^1 gauches. Toutes ces dents montrent un stade d'usure très avancé, confirmant l'âge adulte de cet individu.

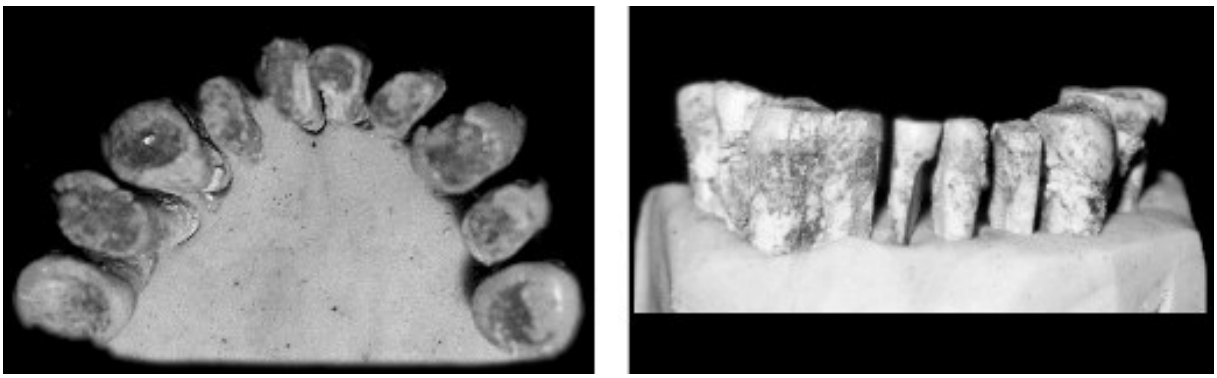


Figure 55. Vues occlusale et antérieure des dents inférieures de l'*Homo sapiens* fossile de Song Gentong

La synthèse des observations générales effectuées sur les os crâniens et post-crâniens, nous permet seulement de dire que le développement général est moyennement robuste par rapport à l'ensemble des individus fossiles de la région étudiés dans ce travail. Nous n'avons pas noté de trait morphologique particulièrement développé.

3.2.1.3. Les restes humains de Song Gentong : synthèse

Il faut retenir du site de Song Gentong II, la mise au jour d'une sépulture fléchie dans un niveau archéologique pré-néolithique ou néolithique. L'état de conservation désastreux des ossements n'a pas permis d'analyse anthropologique poussée. Le squelette était en position fléchie sur le côté gauche, les mains positionnées sous le menton. L'orientation du corps était nord-sud, avec la tête vers le sud.

L'hématite (ou un oxyde de même nature) mise en évidence dans cette sépulture permet d'attester une utilisation des pigments à but funéraire à Java pour des périodes anciennes.

3.3. Gua Lawa (Sampung)

3.3.1. Données archéologiques des nouvelles fouilles (1999-2001)

De nouveaux travaux archéologiques ont été entrepris depuis 1999 dans le site de Gua Lawa par le *Pusat Penelitian Arkeologi* de Jakarta. Le premier objectif est d'obtenir une nouvelle stratigraphie du site (ainsi que la datation de certains niveaux repères) afin de la comparer à celles établies par van Es et van Stein Callenfels à la fin des années 1920. Les informations publiées par ces derniers sont en effet incomplètes (van Stein Callenfels ne publiera rien d'autre sur ses fouilles que sa publication préliminaire de 1932) et parfois contradictoires (van Stein Callenfels, 1932 ; van Heekeren, 1972). Les provenances stratigraphiques des squelettes humains et des industries sur os (« Sampungien ») notamment sont incertaines.

Dans ce but, une tranchée d'un mètre de largeur a été fouillée sur une longueur de 11 mètres, le long de la paroi est de la grotte (Figure 56 p.131). Cette tranchée, profonde de 2 à 3 mètres, traverse le remplissage laissé intact par van Stein Callenfels, à l'est de sa vaste aire de fouille. Deux petits carrés ont également été fouillés dans la partie ouest de la grotte, dans ce qui constitue certainement les déblais de fouille de Stein Callenfels ; et une seconde tranchée, plus petite, a été creusée perpendiculairement à celle que van Es avait fait fouiller en 1926.

Ces deux tranchées ont permis de mettre en évidence plusieurs cendres volcaniques qui ne sont pas encore datées (un premier âge de 18,1 ± 1,2 ka BP a été obtenu par S. Hameau sur une dent provenant des cendres inférieures). Des industries lithiques et osseuses ainsi que de rares restes fauniques ont été mis au jour au cours de ces fouilles. Enfin, deux nouvelles sépultures humaines ont été découvertes, dans les deux carrés les plus proches de la sortie de la grotte (derniers carrés de la tranchée est, *TT2*, Figure 56 p.131 et Figure 57 p.132).

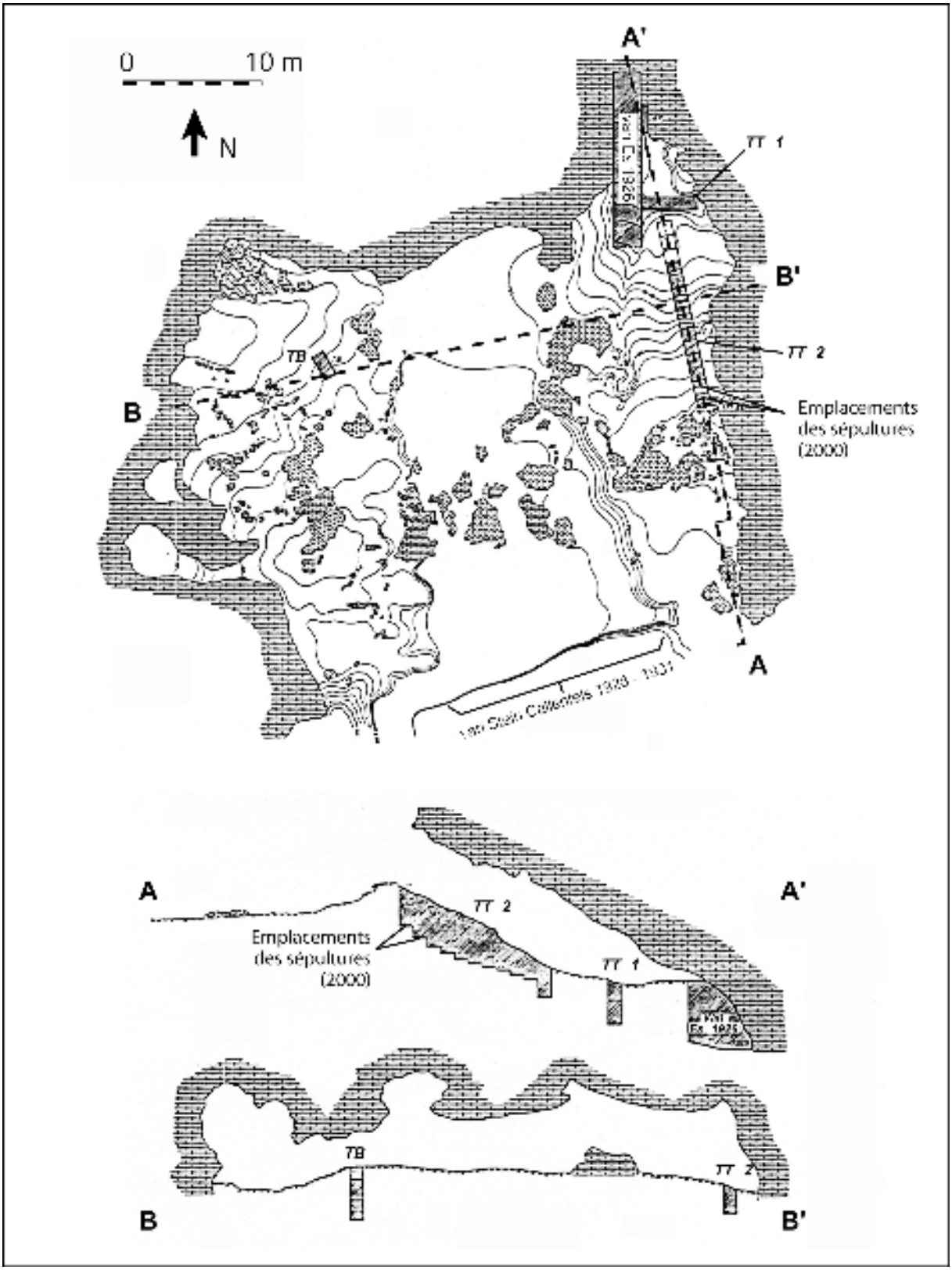


Figure 56. Plan général et sections topographiques mettant en évidence les différentes zones fouillées à Gua Lawa (relevés : *Pusat Penelitian Arkeologi*)

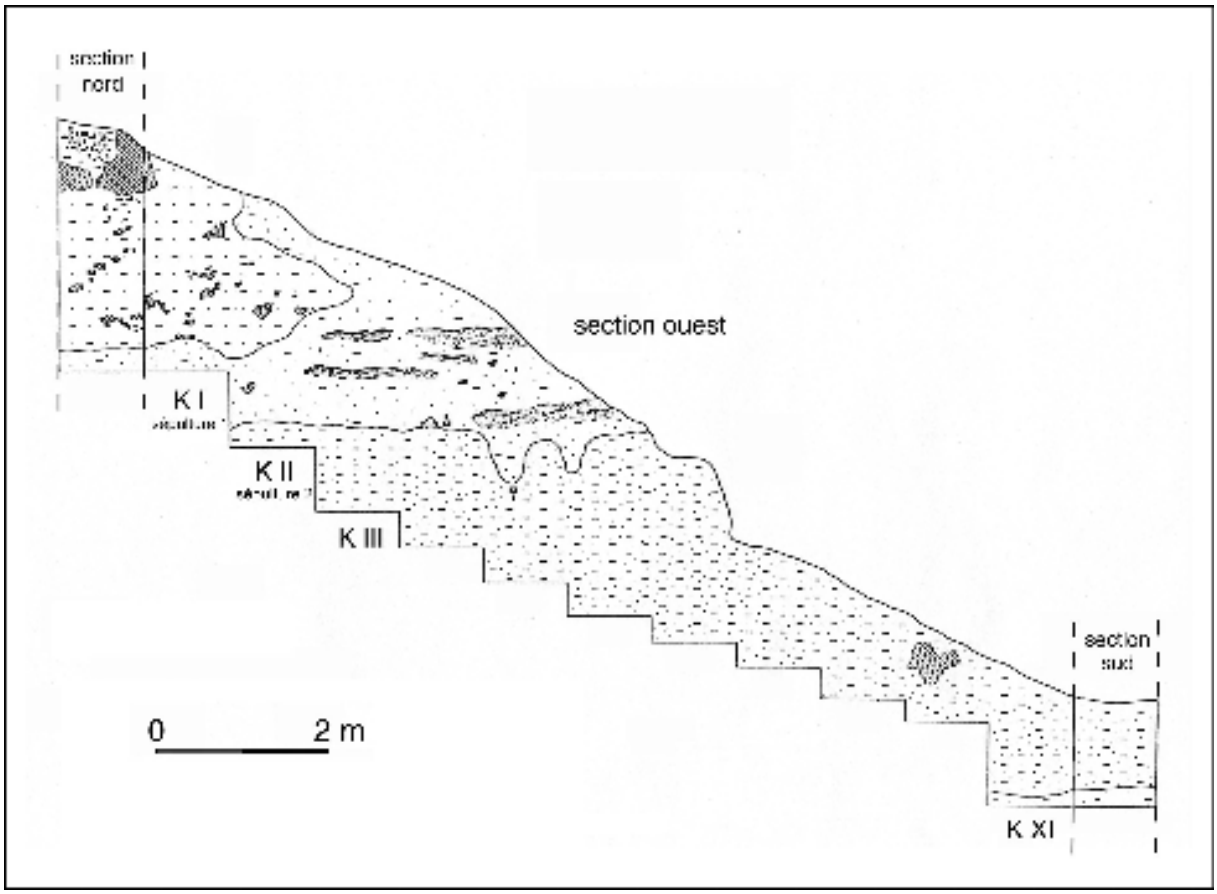


Figure 57. Section stratigraphique de la grande tranchée (TT2) de Gua Lawa (*Pusat Penelitian Arkeologi*)

3.3.2. Nouveaux restes humains fossiles

Nous avons pu étudier ces sépultures en septembre 2000. L'une est vraisemblablement une sépulture primaire tandis que l'autre est secondaire, présentant des preuves de crémation des ossements. Pour des raisons matérielles, les fouilles organisées à Gua Lawa par l'équipe indonésienne sont très ponctuelles. Comme nous l'avons déjà souligné, il s'agit pour l'instant de réaliser une mise à jour des connaissances de base sur le remplissage de la grotte avant d'envisager des fouilles de plus grande envergure. C'est dans ce contexte que les sépultures ont commencé à être mises au jour, les derniers jours de fouille de la campagne 2000. Leur dégagement a donc été interrompu jusqu'à la campagne suivante et les ossements humains ont été laissés sur place et protégés au mieux.

Ce site étant un lieu assez fréquenté par les touristes locaux, la préservation des os *in situ* était problématique. De plus la nature du sédiment ne donne pas une fossilisation (du moins une minéralisation) intense des os. Ceux-ci sont très fragiles et la fragmentation des restes étaient déjà importante au moment de la découverte. Tous ces facteurs n'ont pas permis une très bonne conservation. Il a cependant été possible de récolter des informations importantes de l'étude effectuée *in situ* en septembre 2000.

a. Sépulture 1 de Gua Lawa (tranchée TT2, carré KI)

Description de la sépulture

Le corps s'inscrit dans la diagonale du carré de fouille (Figure 58 p.134), le crâne fragmenté est situé en bordure du carré de fouille précédent, plus profond. L'orientation du corps est nord–ouest/sud–est, tête vers le sud–est. Un os long non humain indéterminé délimite l'angle sud-ouest du carré (flanc droit de l'individu).

Au stade de dégagement auquel nous avons réalisé l'étude de la sépulture, les limites d'une fosse sépulcrale étaient nettement visibles. Le sédiment de comblement de la fosse, très meuble (se dégageant simplement au pinceau) et de couleur marron, se distingue facilement du sédiment encaissant particulièrement consolidé et de couleur grisâtre.

Le haut du corps est visible tandis que le bas (sous le bassin) ne l'est pas. L'espace fouillé est cependant suffisamment étendu dans la direction des membres inférieurs, il est donc probable que la partie basse du squelette est présente.

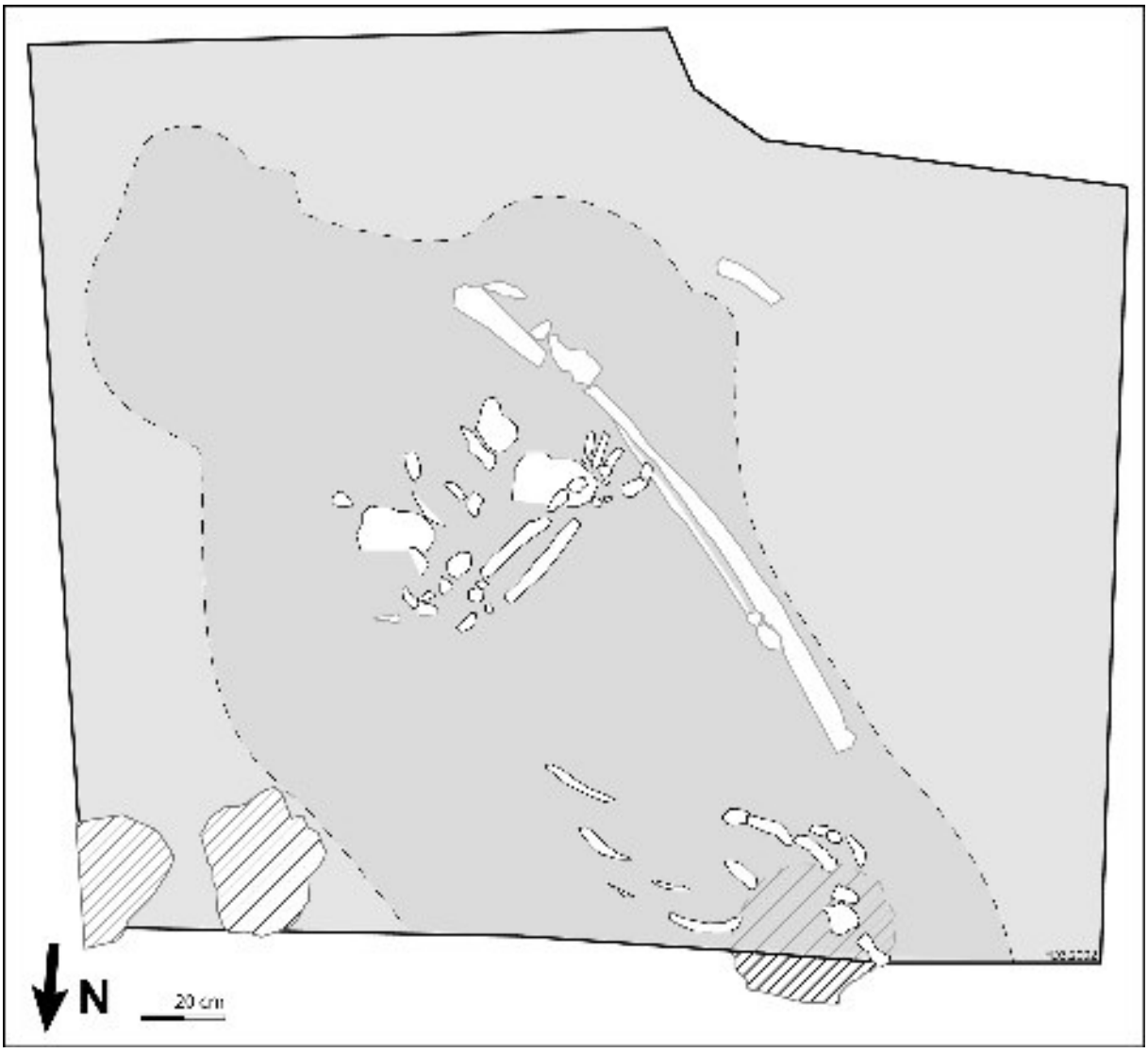


Figure 58. Relevé de la sépulture mise au jour en 2000 dans la tranchée TT2 de Gua Lawa
trait noir & fond blanc : ossements humains, trait gris & fond blanc : faune ; hachuré : pierres

Il est possible également que cette partie de l'individu manque (sépulture secondaire avec sélection des ossements inhumés), car les quelques millimètres supplémentaires de sédiments découverts lors du nettoyage pour le relevé n'ont mis au jour aucun ossement supplémentaire dans cette zone. Cette seconde hypothèse paraît cependant peu probable puisque d'une part, la partie haute du corps semble toujours être en position primaire, elle n'a pas été perturbée par des manipulations secondaires du corps ; d'autre part, la fosse sépulcrale (telle qu'elle apparaît à ce stade de dégagement, indiquée par le trait pointillé sur la Figure 58) s'étend clairement de façon à inclure les membres inférieurs de l'individu inhumé.

Description des restes cranio-dentaires

Les os du crâne sont très fragmentaires et recouverts d'une couche de concrétions très résistantes. Ces concrétions, recouvrant les os fragiles n'ont pas permis d'effectuer de restauration et de reconstruction importantes sur ces ossements. La mandibule et les dents (supérieures et inférieures) sont les parties ayant subi le moins de dommages (Figure 59 et Figure 60).

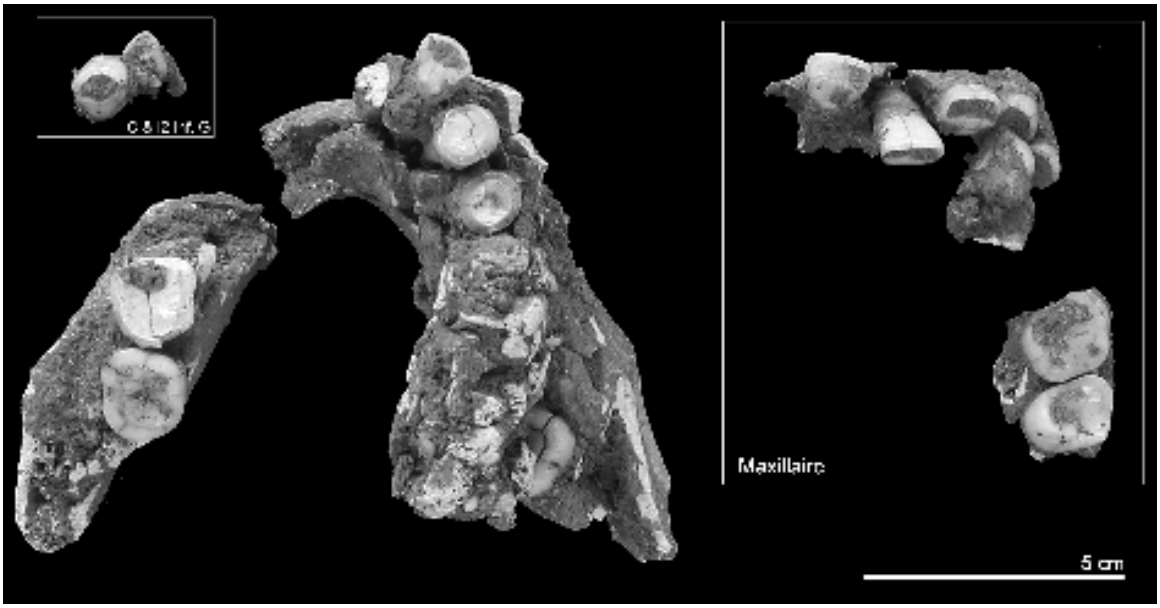


Figure 59. Vues occlusales de la mandibule et de la portion de maxillaire droit concrétionnées (à gauche ; C et I_2 gauches en médaillon) et des fragments de maxillaire et dents supérieures centrales et gauches (à droite) de la sépulture 1 de Gua Lawa

Le corps mandibulaire, conservé en deux parties inégales, est assez robuste mais définitivement moderne anatomiquement. Les lignes obliques externes sont fortement marquées et délimitent un imposant espace à l'extérieur des M_2 et M_3 (Figure 59). De chaque côté, les lignes obliques externes se subdivisent en deux au niveau M_2/M_3 et l'une des lignes se poursuit verticalement jusqu'à la base du corps, formant un important relief. Sur la face interne les lignes mylo-hyoïdiennes sont mousses mais épaisses, délimitant de chaque côté une fossette sous-maxillaire nettement concave (Figure 60 p.136). Malgré la fracturation importante de la face interne vers l'avant du corps, un élargissement est visible à la base des dents antérieures (présence d'un planum alvéolaire ?). Cependant la hauteur et l'épaisseur générales du corps ne sont pas très élevées et, en vue latérale, le trigone mentonnier, bien individualisé, est nettement marqué (Figure 60 p.136).

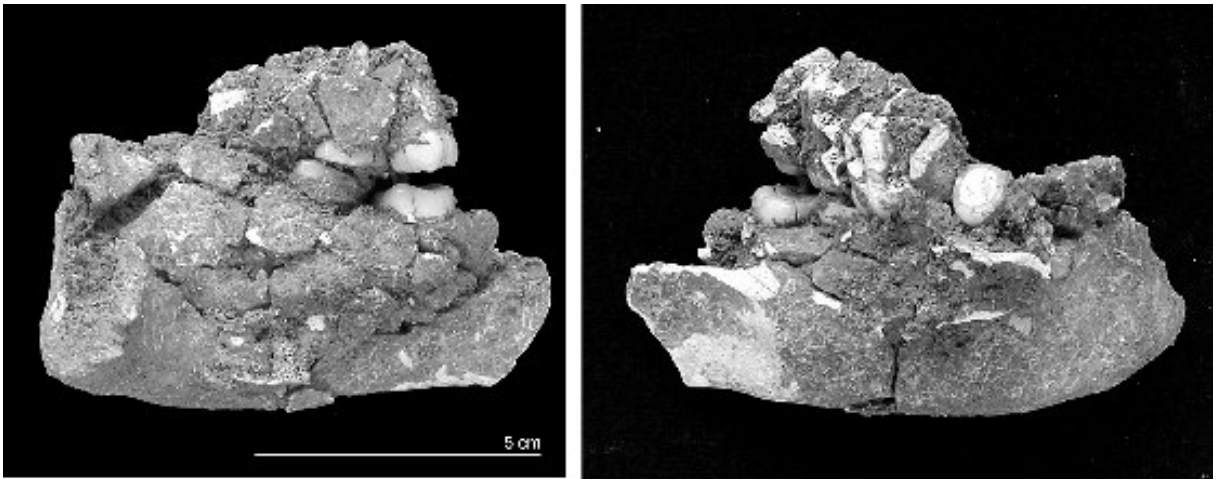


Figure 60. Vues médiale et latérale (de ¾) des fragments droits de corps mandibulaire et de maxillaire de la sépulture 1 de Gua Lawa (notez la forte taille des molaires, même échelle)

Les dents, malgré leur état de conservation médiocre, présentent de très fortes dimensions (Tableau 21) et une morphologie remarquable (Figure 59 et Figure 60). Elles sont pour la plupart très usées mais les M_3 par exemple, dont le stade d'usure est moins avancé, présentent une surface occlusale à quatre larges cuspides séparées par des sillons et de nombreuses crénulations. Les incisives supérieures, très larges, présentent une forme en pelle très nette (Figure 59).

Tableau 21. Dimensions en mm des dents de l'individu 1 de Gua Lawa (Sampung)

Dents	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	-	-	-	-
I_2	-	-	-	-
C	(8,6)	10	8,6	8,6
P_3	(8,5)	10,3	8,3	10
P_4	-	-	8,7	10,4
M_1	-	-	-	-
M_2	(13,5)	(11,5)	-	-
M_3	13,6	12	14,6	13
I^1	9,9	8,6	10,1	8,7
I^2	9,4	8,2	-	-
C	(8,2)	(-)	-	-
P^3	(8)	(-)	-	-
P^4	-	-	-	-
M^1	-	-	-	-
M^2	12,3	14,2	-	-
M^3	11,4	14,7	11	15,1

b. Sépulture 2 de Gua Lawa (tranchée TT2, carré KII)

La seconde sépulture a été mise au jour tout au bord du carré de fouille KII (Figure 61 p.137). Il s'agit en fait des restes d'une crémation assez poussée d'ossements humains vraisemblablement sélectionnés. Cette sépulture se présente sous la forme d'une concentration circulaire de 40 à 50 centimètres de diamètre d'os brûlés (os humains et non-humains) dans un sédiment gris-blanc très riche en cendres. Tous les os du squelette n'ont apparemment pas été incinérés puisqu'en dehors du crâne, de la mandibule et des dents, seuls quelques fragments de côtes et d'os longs indéterminés ont été retrouvés. A notre connaissance, il s'agit de la plus ancienne incinération humaine incontestable connue en Asie du Sud-Est, bien qu'une de telle pratique soit attestée en Australie à une date plus ancienne (Lake Mungo 1 : Bowler *et al.*, 1970 ; Bowler *et al.*, 1972).

Figure 61. Cliché photographique de la sépulture 2 de Gua Lawa *in situ* (vue de dessus)

Les ossements présentent un stade d'incinération avancé (Figure 62 et Figure 63 p.138) : leur couleur générale est grise, avec des zones bleues-grises à blanches. La surface de ces fragments est fissurée, boursouflée et le plus souvent érodée. L'émail de toutes les dents a éclaté. Les ossements déterminables (mandibule, fragments crâniens et dents) ne peuvent être restaurés et peu de caractères morphologiques peuvent être observés. Les portions de corps mandibulaire et de maxillaire (Figure 63) indiquent un individu adulte (éruption des M_3) vraisemblablement peu robuste.

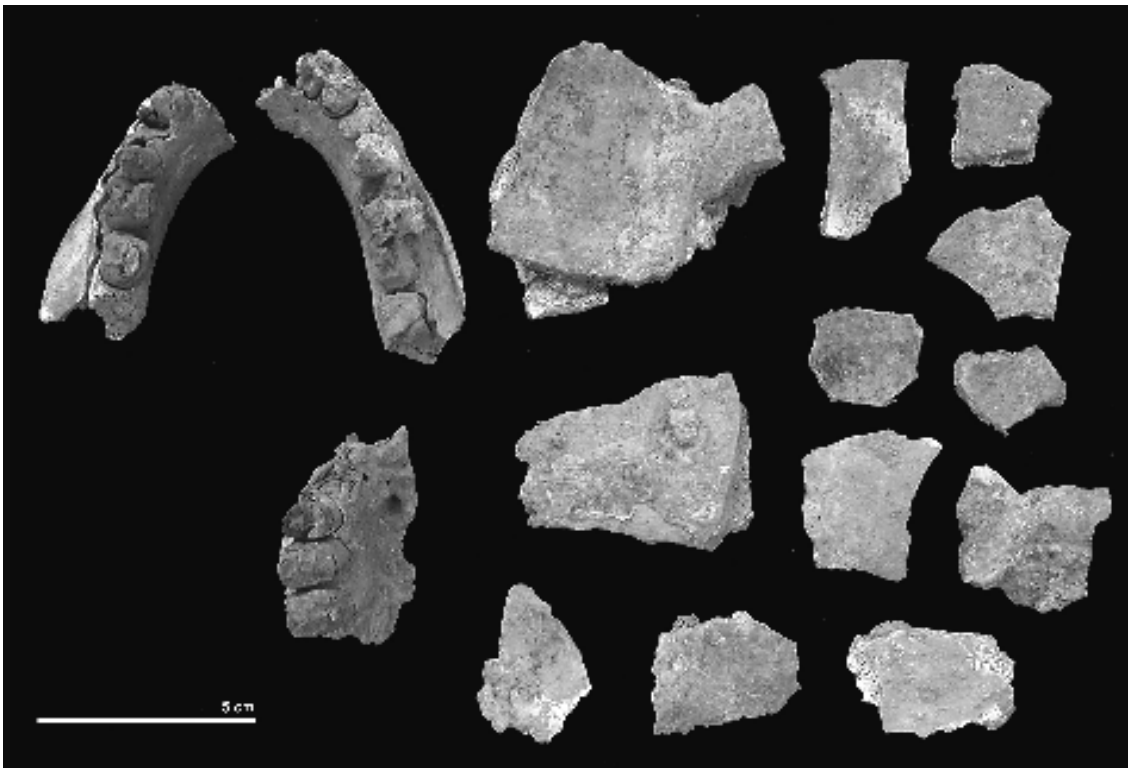


Figure 62. Restes cranio-dentaires de la sépulture 2 de Gua Lawa (notez l'état de crémation avancé des dents et des fragments osseux)

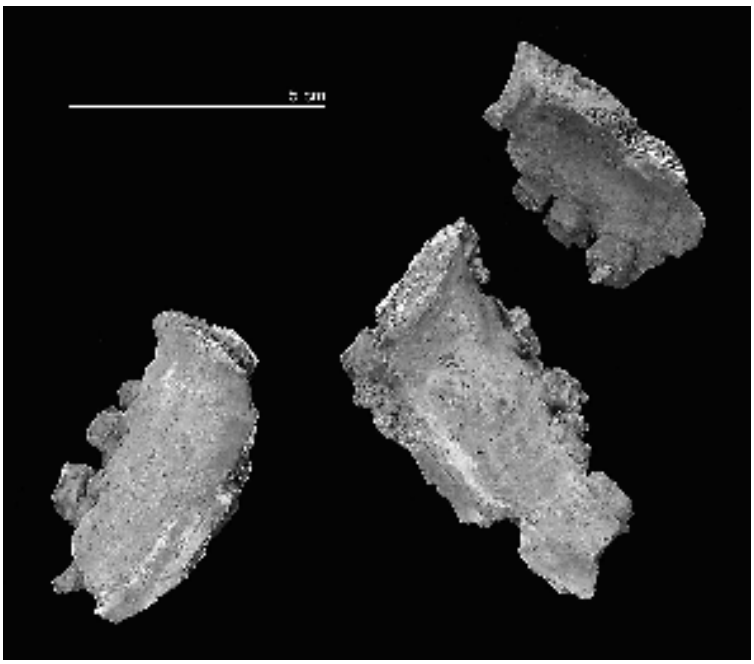


Figure 63. Faces internes des fragments de mandibule et de maxillaire brûlés de la sépulture 2 de Gua Lawa

3.4. Les *Gunung Sewu*

La région des Gunung Sewu (« mille collines » ; ou Montagnes du Sud) est connue depuis longtemps des préhistoriens s'intéressant à l'Asie du Sud-Est (Bernet Kampers, 1982). Cette « Dordogne indonésienne », dont les centaines de collines enferment une - voire deux - grottes, a livré une une diversité remarquables d'assemblages lithiques : depuis le célèbre Pacitanien (Patjitanien) d'âge inconnu des terrasses de la rivière Baksoka, jusqu'aux nombreux ateliers néolithiques de plein air.

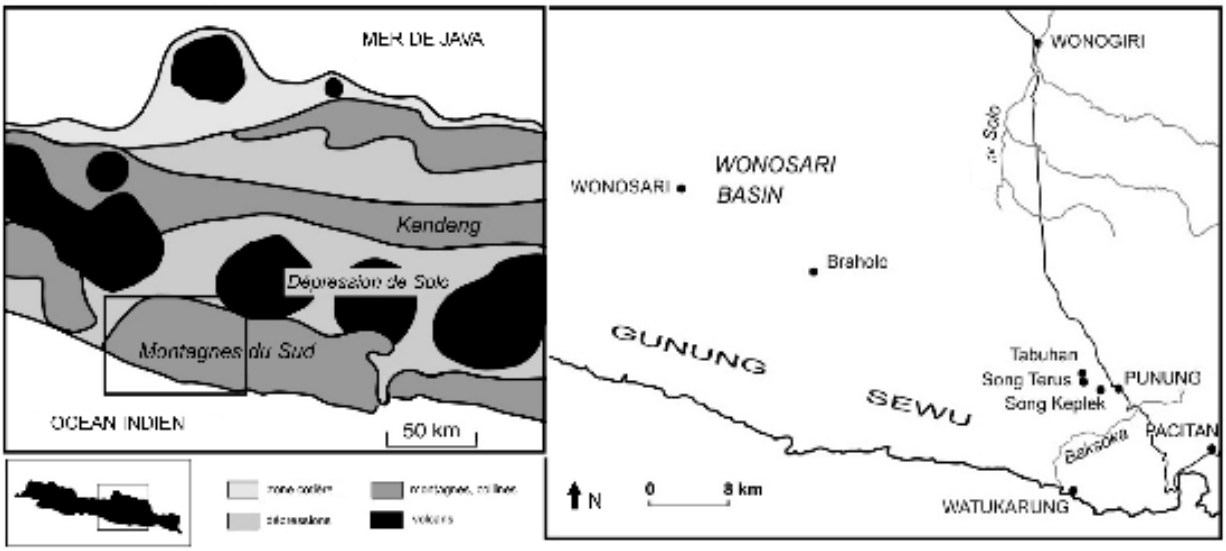


Figure 64. Position structurale des Gunung Sewu et localisation des sites préhistoriques cités dans le texte (Sémah F. *et al.*, 2002)

L'intérêt de l'équipe franco-indonésienne (*Pusat Penelitian Arkeologi* & MNHN), dirigée par H. T. Simanjuntak et F. Sémah, pour cette région est dû à deux raisons principales. D'une part, les Gunung Sewu constituent le gisement reconnu de la calcédoine et du jaspe dans lesquels ont été taillés de nombreux éclats retrouvés dans le dôme de Sangiran (*Sangiran Flakes* d'âge inconnu) et d'une manière générale des apports sédimentaires de cette région sont attestés dans les séries du début du Pléistocène moyen dans la dépression de Solo (Sémah F. *et al.*, 1992). Il est donc possible que ces terres émergées aient été occupées par des hominidés dès cette époque (Sémah F. *et al.*, 2002). D'autre part, la richesse des niveaux d'occupation holocènes en grottes (van Heekeren, 1972) et l'abondance des ateliers de taille néolithiques de plein air laissait entrevoir la possibilité de retrouver les origines méconnues de ce Néolithique javanais.

Les assemblages culturels pré-néolithiques d'Indonésie en général, et des sites des Montagnes du Sud en particulier, étaient traditionnellement qualifiés de « mésolithiques ». Cependant, les caractéristiques et la signification de ces industries lithiques et osseuses étaient jusque récemment fort méconnues (Forestier, 1998 ; Simanjuntak *et al.*, 1998).

Trois grottes des Montagnes du Sud ont fait l'objet de fouilles systématiques extensives. Le site de Goa Braholo, le plus excentré, se trouve à proximité de Wonosari, sur la bordure ouest des Gunung Sewu tandis que les deux autres (Song Keplek et Song Terus) sont situés plus à l'est, à quelques kilomètres du village de Punung (Figure 64 p.139).

Les fouilles extensives de Song Terus et Song Keplek, complétées par deux sondages effectués dans la grotte de Tabuhan, ont permis d'établir la chronologie des occupations humaines des grottes de la zone de Punung, basée sur une succession de trois ensembles archéologiques (voir Sémah F. *et al.*, 2002 ainsi que Simanjuntak, 2002 pour des synthèses récentes de ces travaux).

Les niveaux Terus, mis en évidence à Song Terus uniquement, sont les plus anciens (plusieurs datations par les séries de l'uranium indiquent des âges compris entre 80 et 180 ka BP environ). Atteints dans les deux sondages de Song Terus, ces niveaux ne sont pas de véritables niveaux d'occupation humaine de la grotte ; il s'agit de lambeaux de terrasses fluviatiles, par endroits très riches en outils lithiques, piégés et conservés dans la grotte. Ces outils (plus de 800 pièces taillées : Figure 65), préférentiellement sur éclats, présentent une patine rouge caractéristique, seulement trois outils sur galets ont été mis en évidence.

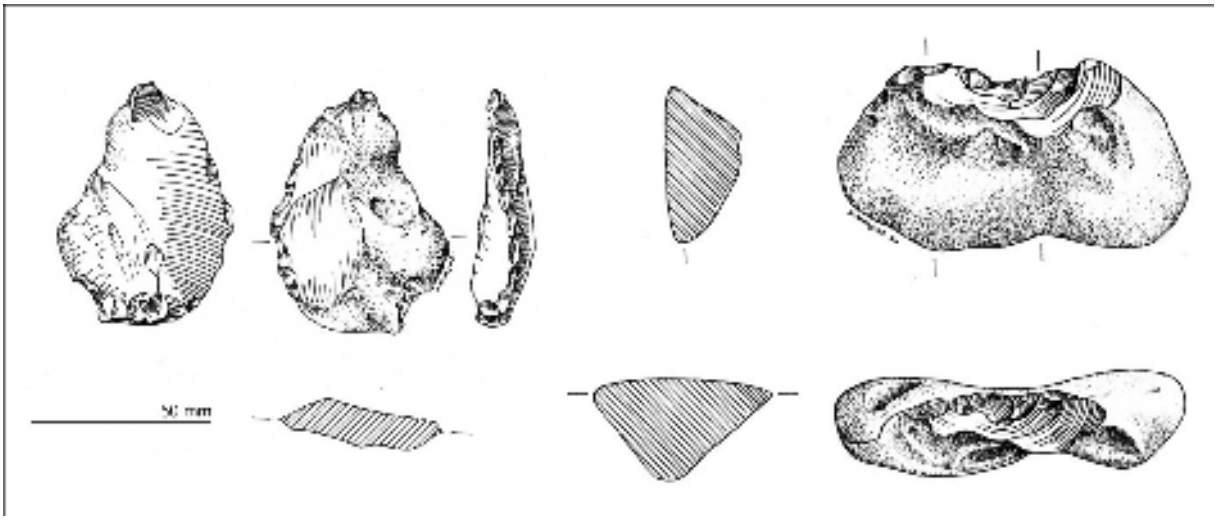


Figure 65. Industrie des niveaux Terus : racloir et petit outil sur galet (Song Terus, Sémah F. *et al.*, 2002)

Les niveaux Tabuhan, mis en évidence à Gua Tabuhan, Song Terus et éventuellement Song Keplek, sont les plus anciens niveaux d'occupation humaine véritable retrouvés dans ces grottes. Leur âge est compris entre 18 et 45 ka BP environ, les marqueurs d'activité humaine sont indéniables : nucleus et éclats de silex, *choppers/ chopping tools* en calcaire, structures de foyers et ossements non-humains présentant des traces de découpe.

Enfin, les niveaux Keplek, plus récents, sont rencontrés dans les trois sites (les plus beaux sols d'habitats sont ceux de Song Keplek et Gua Tabuhan). Les âges obtenus pour ces niveaux sont compris entre 4 et 10 ka BP environ, ils sont très riches en industries lithiques (Figure 66), osseuses (ainsi que sur coquilles marines) et en restes fauniques. Ils attestent d'occupations intenses (activités de taille et de boucherie, par exemple) mais vraisemblablement discontinues des grottes. Les industries de ces niveaux, très riches en éclats utilisés (retouchés ou non), sont très peu standardisées (Forestier, 1998) et témoignent de comportements opportunistes (les gisements de silex sont très abondants à proximité immédiate des sites).

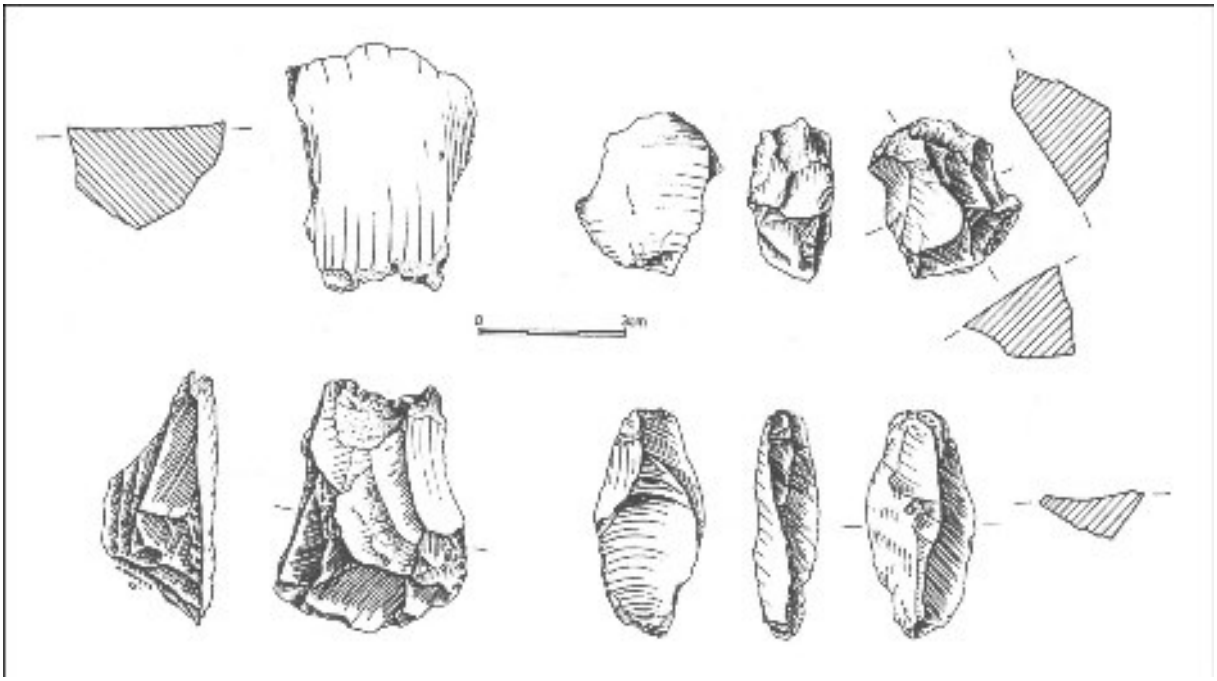


Figure 66. Industries des niveaux Keplek, outils sur éclats (Song Keplek, Simanjuntak, 2002)

Les niveaux archéologiques mis au jour dans la grotte de Braholo correspondent aux deux dernières périodes définies pour la région de Punung mais présentent des caractéristiques sensiblement différentes. Les outils lithiques sont très majoritairement en

calcaire et les outils sur os sont variés et abondants (Figure 67). L'étude en cours de ces éléments montrera si ces différences sont en liaison directe avec des conditions environnementales locales différentes. L'utilisation de la grotte par les hommes peut également être fondamentalement différente puisque des sépultures ont été mises au jour en grand nombre.

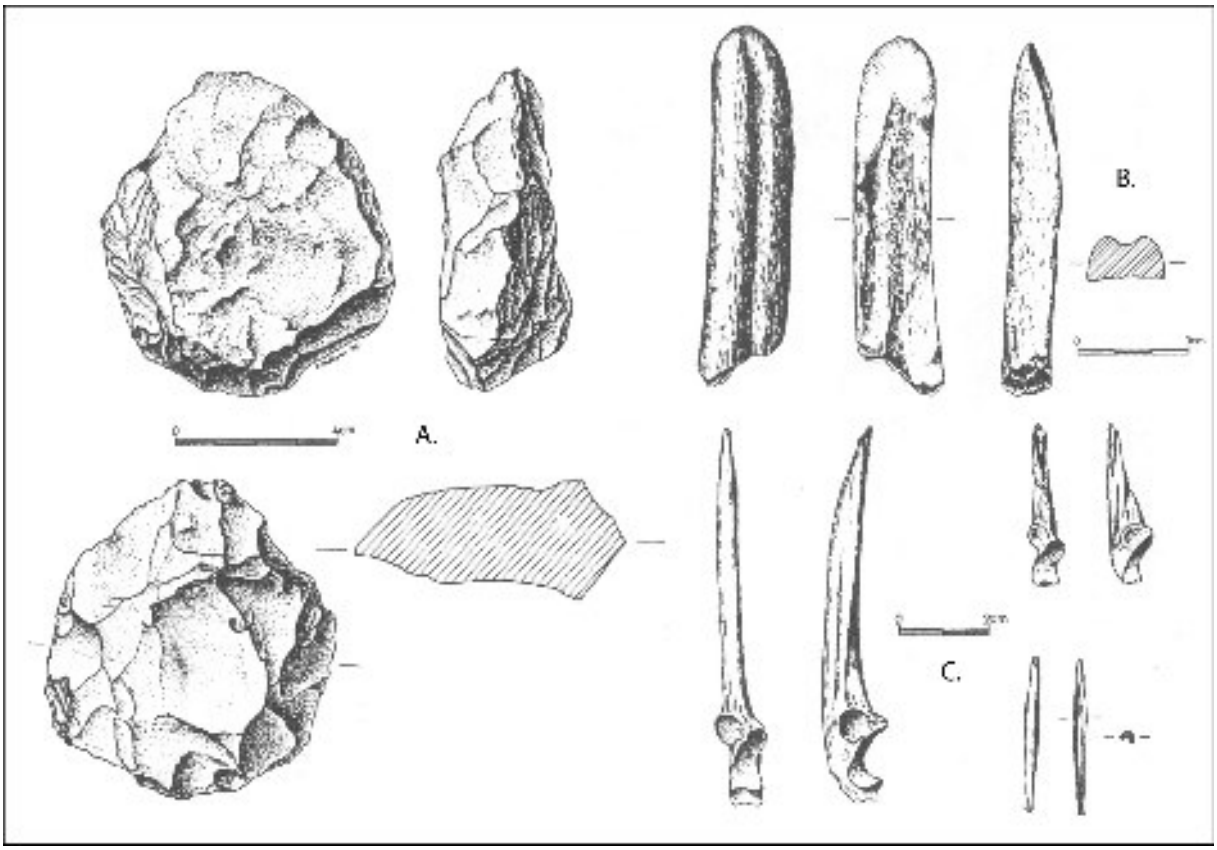


Figure 67. Industries mises au jour à Goa Braholo (Simanjuntak, 2002)
A. outil en calcaire ; B. spatule en os ; C. perçoirs (et hameçon ?) en os

De nombreux restes humains fossiles ont été découverts dans les niveaux holocènes de ces trois sites (niveaux Keplek de Song Terus et Song Keplek et partie supérieure du remplissage de Gua Braholo).

3.4.1. Goa Braholo (Wonosari)

3.4.1.1. Présentation du site

Située dans la partie la moins riche en sites archéologiques des Gunung Sewu (partie occidentale), la grotte de Braholo (« grotte des statues ») est de loin la plus vaste des cavités présentées ici. L'entrée d'environ 40 mètres de large s'ouvre vers le sud-ouest, à une quinzaine de mètres d'altitude par rapport au pied de la colline. La chambre principale (surmontée d'un réseau supérieur abritant quelques milliers de chauves-souris) présente une surface au sol de près de 600 m^2, relativement protégée de l'extérieur par une barrière de gros blocs tombés du porche, vraisemblablement lors de séismes (Figure 68 p.144).

Seize zones de fouilles ont été ouvertes, essentiellement dans le fond et la partie ouest de la grotte (Figure 68 p.144, les carrés F7 et F8 ayant été fouillés plus récemment). La plupart des « carrés » ont atteint des profondeurs de trois à quatre mètres, exceptées les zones G6 et O8 ayant été fouillées à plus de sept mètres (Figure 69 p. 145). Les niveaux d'occupation humaine couvrent une période de temps comprise entre 3 et 33 ka BP environ (^{14}C sur charbons, parfois sur os) et sont marqués par une abondance remarquable de cendres (foyers et/ou cendres volcaniques).

De nombreux restes humains fossiles ont été mis au jour à l'occasion des fouilles menées à Goa Braholo : au moins sept individus (éventuellement huit) étaient en sépulture, primaire ou secondaire (repérées par des étoiles sur la Figure 68 p.144), et plusieurs restes isolés ont également été exhumés dans pratiquement toutes les zones de fouille.

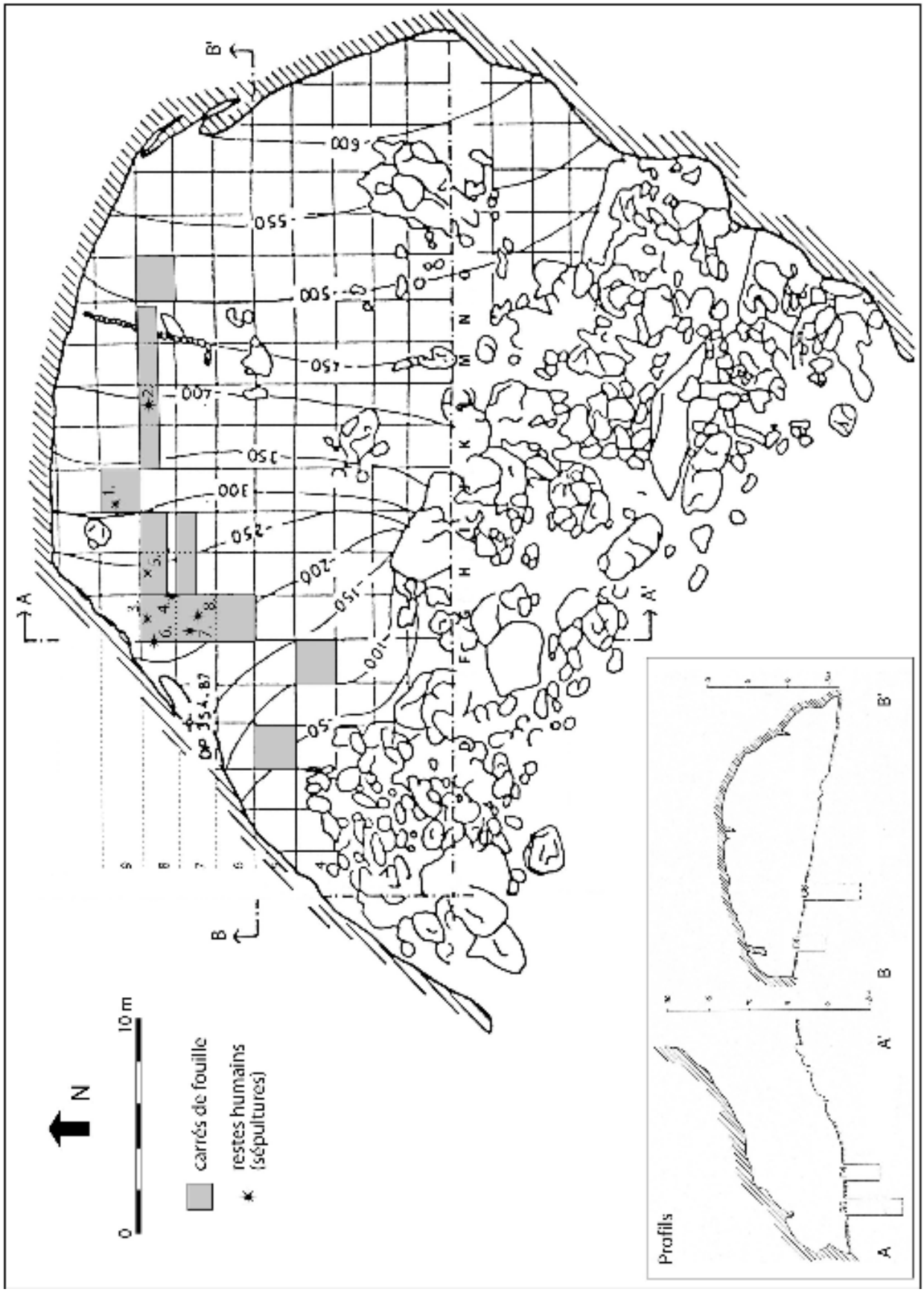


Figure 68. Plan et profils de Goa Braholo, emplacements des carrés de fouille et des restes humains mis au jour (les numéros des individus renvoient au texte ; plan et profils *Pusat Penelitian Arkeologi*)

Du plus récent aux plus anciens (Figure 69), les différents niveaux archéologiques mis en évidence dans le remplissage par Simanjuntak, 2002 sont :

- 1 : niveau néolithique remanié, avec de nombreux tessons de poteries, herminettes en calcaire, os et coquilles de mollusques ;
- 2 : niveau de transition comportant de rares éléments néolithiques ;
- 3 : niveau pré-néolithique très épais, riche en outils lithiques et restes fauniques ; les foyers mais aussi les cendres volcaniques sont abondants dans ce niveau couvrant près de 4 000 ans (de 6 à 10 ka BP), et la plupart des sépultures humaines ont été mises au jour dans ce niveau ;
- 4 : apparition des blocs d'éboulis, niveau marquant vraisemblablement la limite entre le Pléistocène supérieur et l'Holocène (env. 12 000 ans BP) ;
- 5 et suivants : raréfaction des outils généralement plus frustes, ossements non-humains également plus rares (pas de fossiles humains).

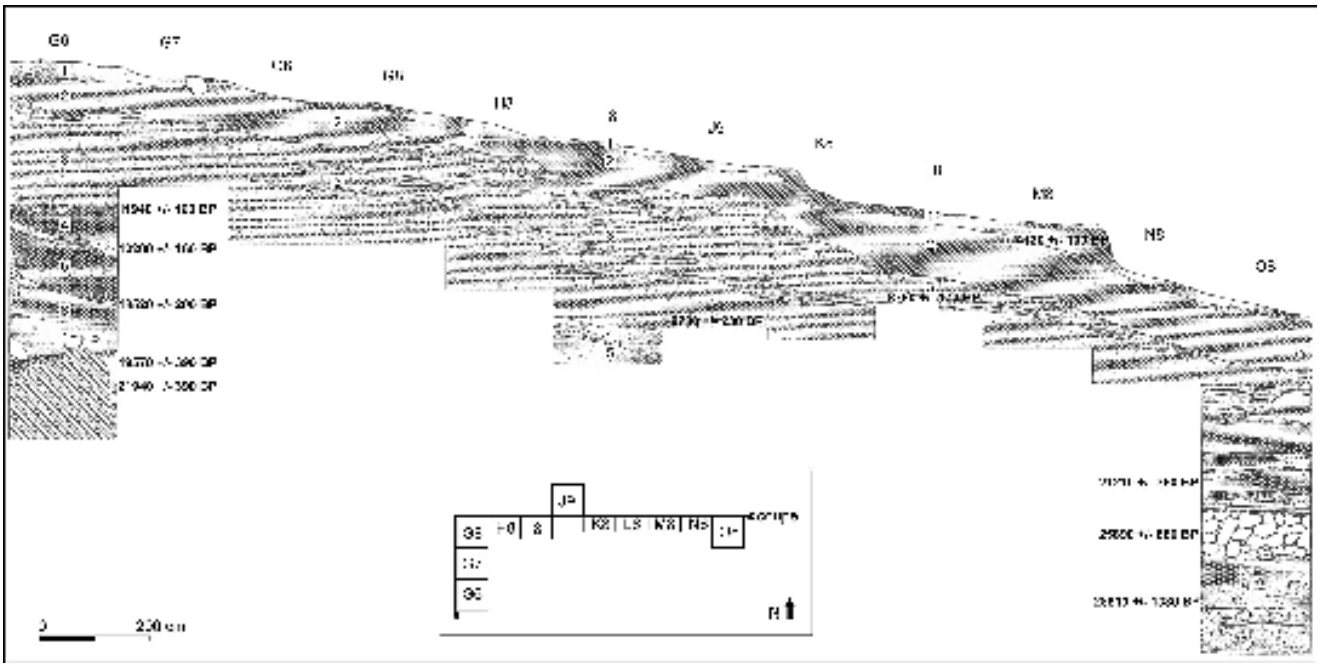


Figure 69. Coupe stratigraphique « longue » et datations du remplissage de Goa Braholo (relevé *Pusat Penelitian Arkeologi*, complété d'après Simanjuntak, 2002)

3.4.1.2. Présentation des restes humains fossiles

a. Individu 1 : sépulture primaire

Cet individu a été mis au jour dans le carré J9, à une profondeur comprise entre 290 et 300 cm. Une datation ^{14}C sur un charbon se trouvant à proximité du squelette a donné un âge de 9780 ± 230 ans BP.

Le corps est en sépulture primaire, en position fléchie (Figure 70). L'orientation globale est est-ouest, tête vers l'ouest (plus exactement N 285°). Le haut du corps ne reposait pas sur un côté mais était vraisemblablement allongé sur le dos, légèrement pivoté sur la droite, comme nous l'indique la position des humérus et des os des épaules de chaque côté du rachis. Cette position allongée était maintenue par deux grosses pierres disposées sur le haut du corps, du côté droit.

Le radius et l'ulna gauches sont perpendiculaires à l'humérus, reposant sur l'abdomen et ramenant la main gauche sur le flanc droit. Selon la direction des os de l'avant bras droit, la main droite devait reposer sur les genoux.

Les jambes sont fléchies sur la droite et les genoux nettement relevés par rapport à l'horizontale définie par le haut du corps. Une troisième pierre était disposée sur les chevilles et les pieds.

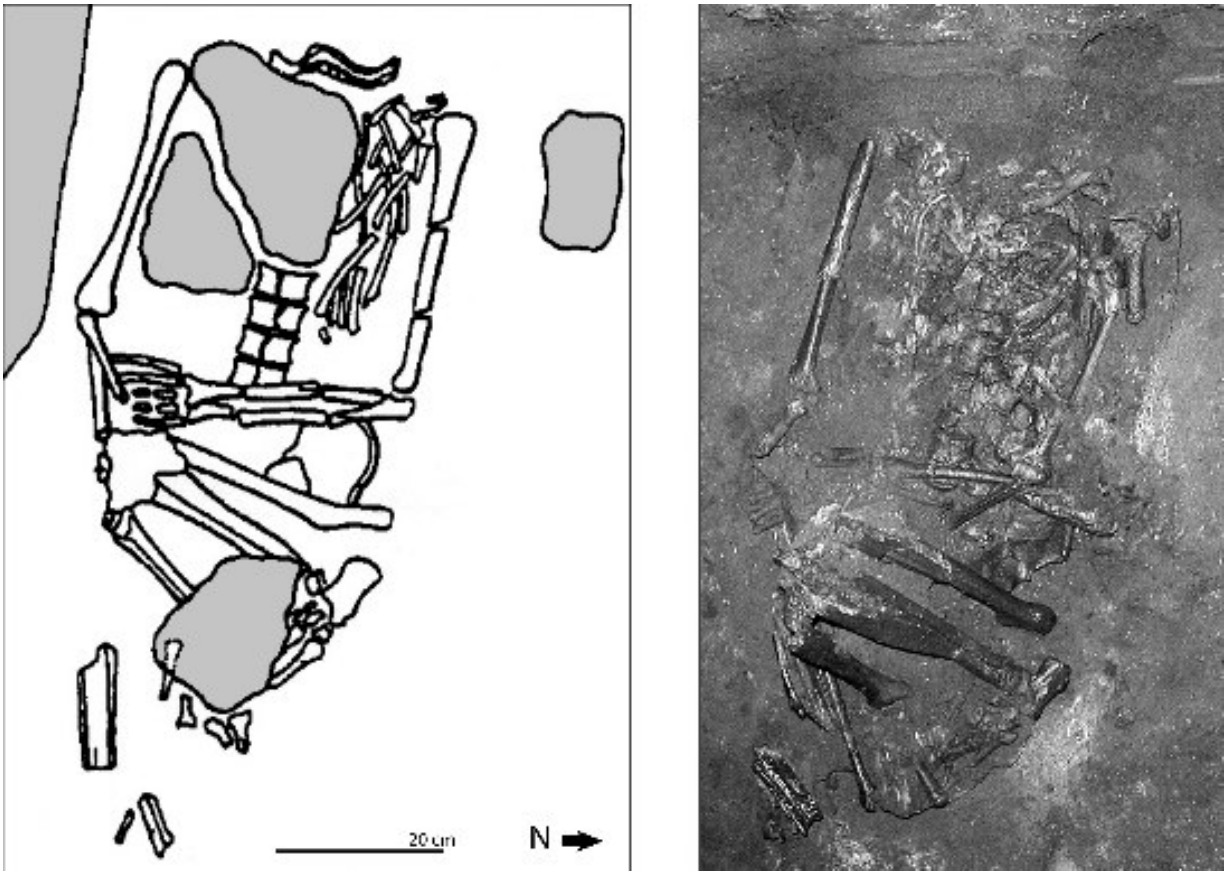


Figure 70. Relevé (H. Widianto, *Pusat Penelitian Arkeologi*) et cliché photographique de la sépulture de l'individu 1 de Goa Braholo (les pierres sont en gris sur le relevé ; le crâne est absent sur les deux vues, la mandibule est visible sur le relevé)

Lorsque nous avons étudié cette sépulture sur le site en septembre 1999, la mandibule était toujours en place mais le crâne, très fragmentaire avait été prélevé lors de la fouille. Nous avons pu en faire une reconstruction après restauration et induration des fragments. Tous les os de cet individu, comme ceux des autres fossiles mis au jour à Goa Braholo, sont effectivement très fragiles. La mauvaise conservation des ossements dans ce site est peut-être due à l'abondance de guano de chauve-souris, dont tout le réseau supérieur de la grotte est densément peuplé.

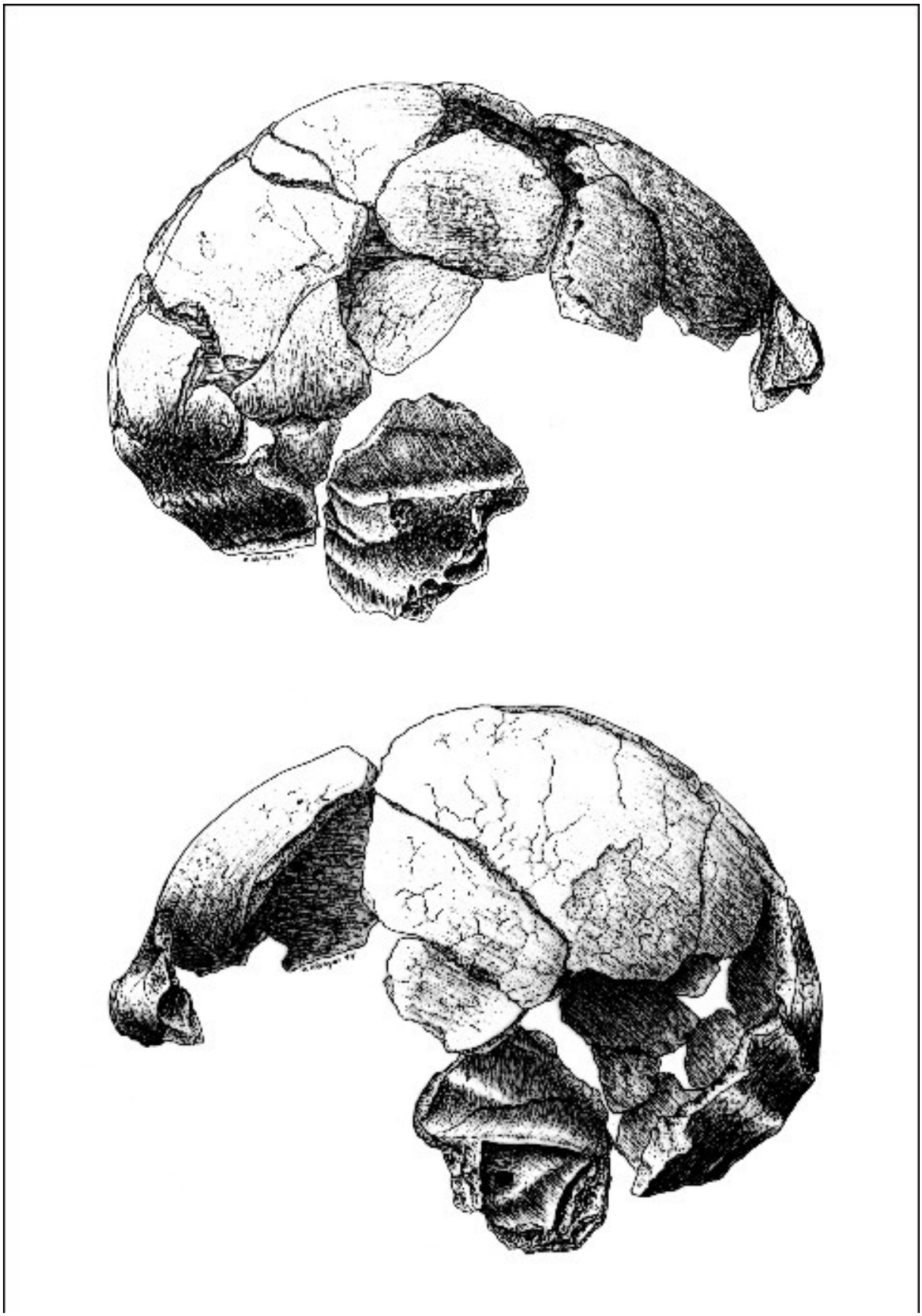


Figure 71. Vues latérales droite et gauche de la calotte crânienne de l'individu 1 de Goa Braholo après la reconstruction de 1999 (dessins Dayat Hidayat)

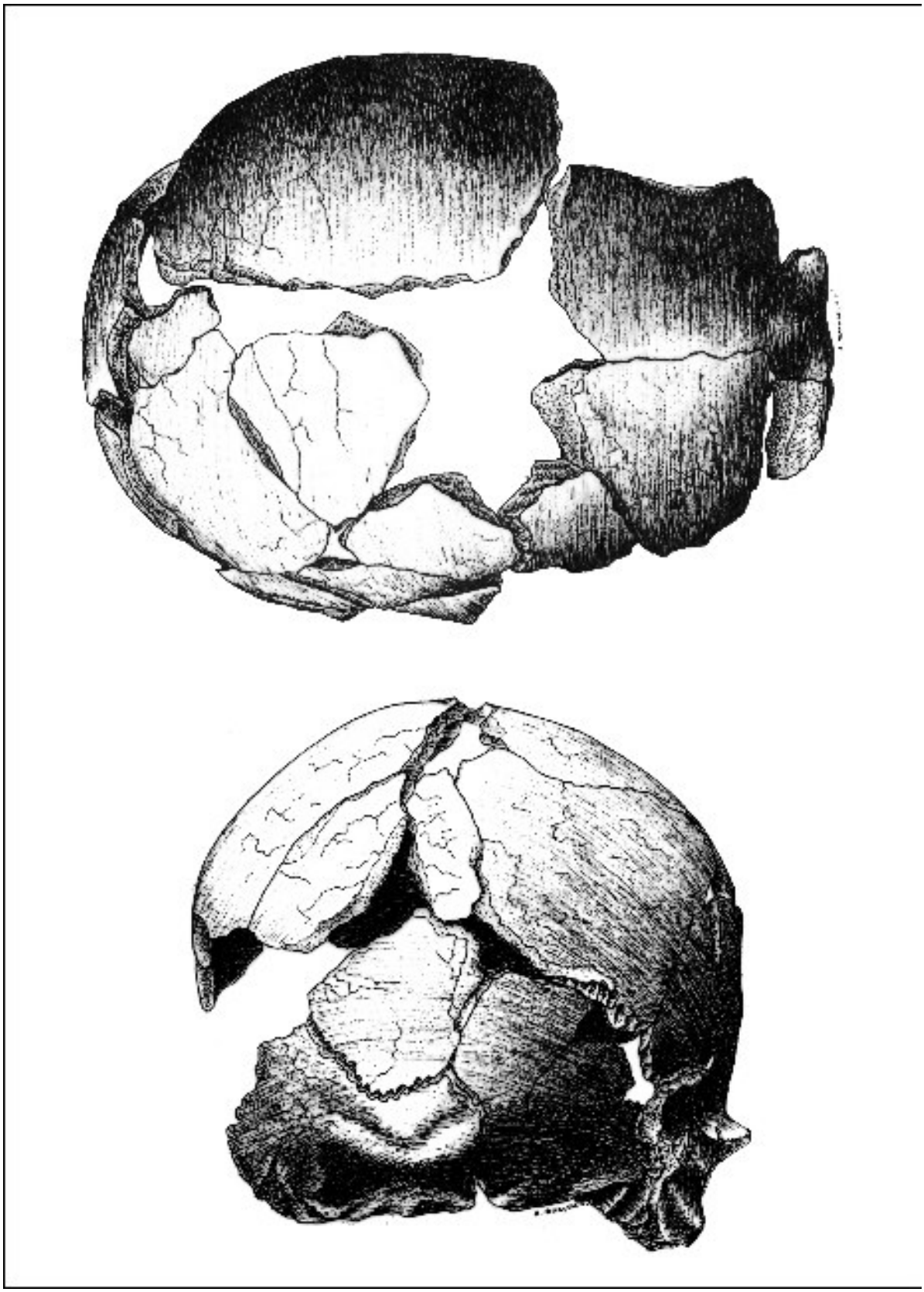


Figure 72. Vues supérieure et postérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de Goa Braholo après la reconstruction de 1999 (dessins Dayat Hidayat)

Description du neurocrâne

Une bonne partie de la calotte crânienne a pu être reconstruite à partir des nombreux fragments (Figure 71 et Figure 72). Le côté droit est le plus complet, l'os temporal en partie conservé venant pratiquement en connexion avec le reste de la voûte. Du côté gauche, les parties postérieures du frontal et du pariétal manquent. Vers l'avant, le complexe supra-orbitaire est seulement représenté par la glabelle et la partie adjacente des arcades supra-ciliaires. L'os occipital est quasi-complet, à l'exception de la partie la plus antérieure du plan nucal.

En vue latérale (Figure 71), la voûte apparaît basse et allongée. Le frontal, fuyant, est peu convexe (les bosses frontales ne sont pas marquées). La glabelle est assez développée et projetée vers l'avant. Elle est surmontée par une légère dépression supra-glabellaire. La convexité antéro-postérieure des pariétaux est également assez faible. Le contour de l'occipital est plutôt arrondi mais il est marqué par le relief assez important des lignes nucales suprêmes et supérieures.

En vue supérieure (Figure 72), le crâne est allongé et apparaît nettement plus large au niveau du tiers postérieur. Les bosses pariétales sont toutefois peu développées. La largeur semble diminuer nettement vers l'avant, même si les trigones et les parois latérales du frontal manquent.

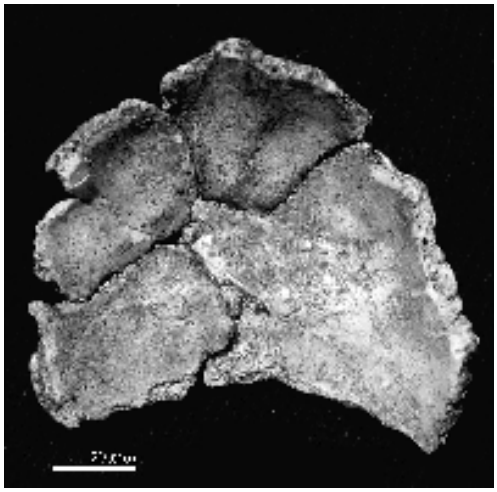


Figure 73. Vue interne de l'occipital de l'individu 1 de Goa Braholo montrant les os multiples qui le composent

Depuis la vue postérieure (Figure 72), les pariétaux apparaissent peu convexes de bas en haut et les bosses pariétales se distinguent à peine. Le contour crânien est plutôt arrondi. Les reliefs aux niveaux des lignes nucales suprêmes et supérieures ainsi que la protubérance

occipitale externe sont bien marqués. On remarque sur cette vue que l'occipital est composite : il est constitué d'au moins quatre os distincts, séparés par des sutures nettement visibles sur la face interne (Figure 73). Sur cette face, on peut voir que ces sutures supplémentaires sont bordées par des épaississements osseux, perturbant le développement des fosses cérébrales nettement dissymétriques. La fosse cérébrale droite est moins profonde que la gauche du fait de ces reliefs supplémentaires mais elle est plus étendue. La crête occipitale interne est déportée vers la gauche.

Description de la mandibule

Une partie du corps mandibulaire de Braholo 1 est conservée ainsi que quelques fragments osseux ne pouvant être remontés sur le corps (dont le gonion gauche) et la couronne de la M_2 droite. La moitié gauche du corps est très réduite : la I_1 est présente, dans son alvéole, mais le corps est fracturé dès l'alvéole de la I_2 ; la base est conservée sur environ 45 mm. La moitié gauche est en revanche quasi-complète et bien conservée jusqu'à la base du ramus. Les alvéoles des M_2 et M_3 sont visibles mais endommagées, de même que la base du ramus du côté interne et l'extrémité du gonion. Les dents conservées dans leurs alvéoles sont : I_1, I_2, C, P_3, P_4 et M_1.

Dans l'ensemble, cette mandibule est courte, large et robuste.

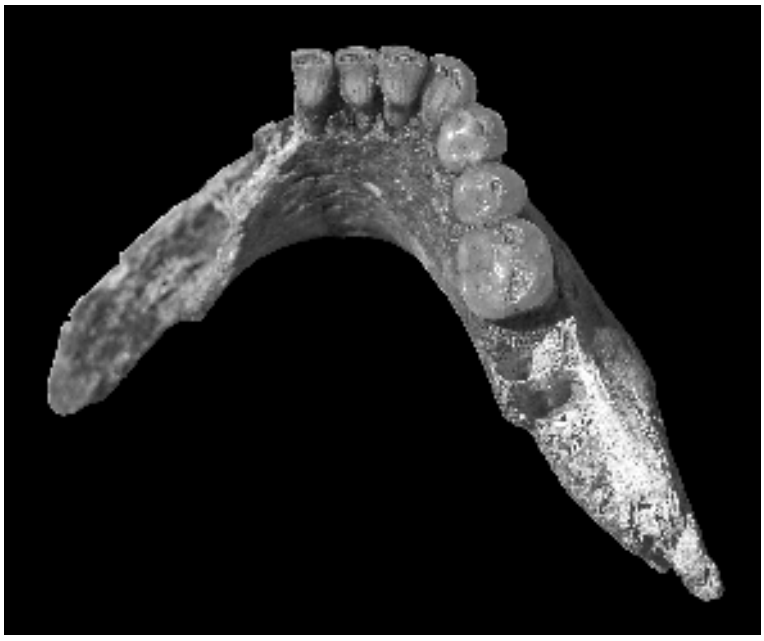


Figure 74. Vue supérieure de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 22)

En vue supérieure (Figure 74), le corps mandibulaire forme un V assez prononcé. Les incisives et les canines sont alignées dans le plan transversal, tandis que les prémolaires et les molaires suivent une ligne oblique par rapport à celui-ci. Sur la face interne, un planum alvéolaire est nettement visible, débutant du côté droit au niveau P_4/M_1. Sur la face externe, on distingue un fort épaississement vers l'extrémité antérieure de la ligne oblique externe, au niveau de l'alvéole de la M_2.

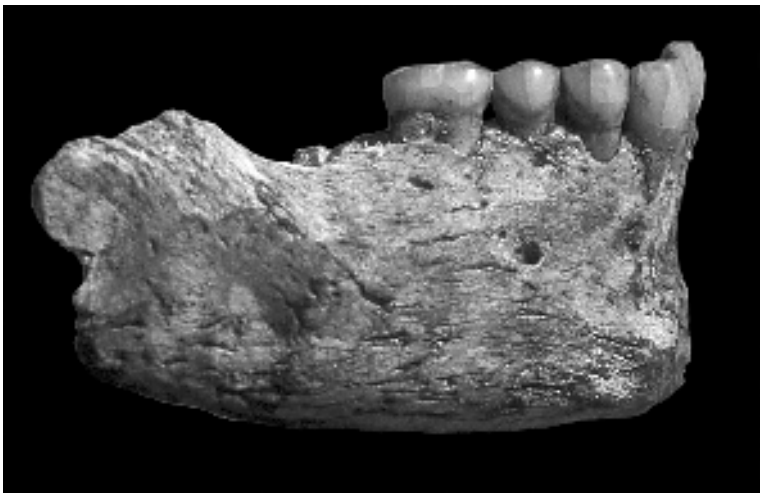


Figure 75. Vue latérale droite de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 22)

En vue latérale (Figure 75), le corps est haut, de façon à peu près constante d'avant en arrière (*cf.* mesures dans le Tableau 22). La ligne oblique externe est épaisse jusqu'à la verticale de l'alvéole de la M_2 où elle se poursuit sous la forme d'un fort épaississement vertical, jusqu'à la base du corps. En arrière de cet épaississement, vers le gonion, plusieurs reliefs d'insertions musculaires sub-verticaux sont bien marqués. Le foramen mentonnier se trouve légèrement en arrière de la verticale de la P_4, à 12 mm du plan alvéolaire et à 18 mm environ du bord inférieur du corps. Sur la face interne, la ligne mylo-hyoïdienne est épaisse. Au-dessus et en avant de celle-ci se développe le planum alvéolaire ; en arrière et en dessous se trouve la fossette sous-maxillaire, nettement concave.

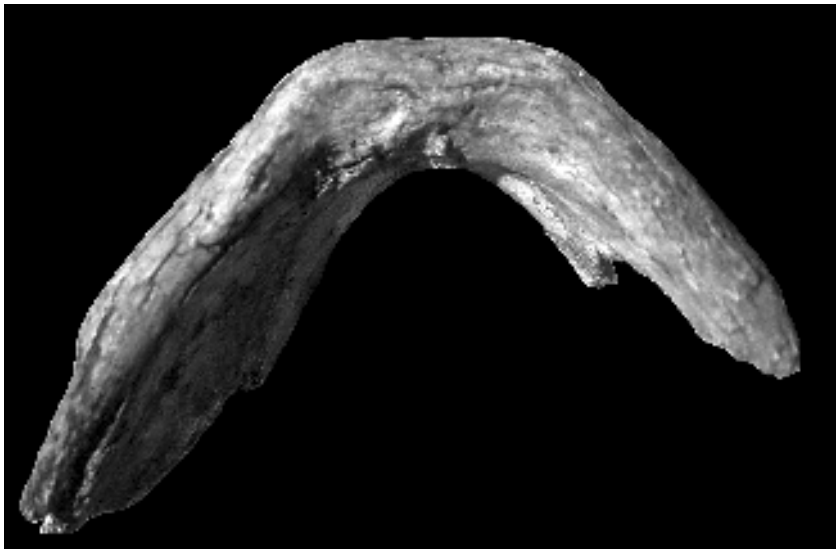


Figure 76. Vue inférieure de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 22)

En vue inférieure (Figure 76), la base du corps est large et mousse jusqu'au niveau de l'épaississement se trouvant à la verticale de l'alvéole de la M_2. Vers l'avant, les fossettes digastriques sont assez profondes et nettement délimitées.

Vu de face, le trigone mentonnier est fortement développé et bien individualisé.

Tableau 22. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo

Mandibule (côté droit)	
Hauteurs du corps	
Symphyse (M69)	33,2
P_3/P_4	32,6
P_4/M_1	33,5
M_1/M_2 (M69-2)	31
Epaisseurs du corps	
Symphyse	15,7
P_3/P_4	16
P_4/M_1	16,6
M_1/M_2	17,9
M_2/M_3	17,1

Les dents inférieures conservées présentent des dimensions plutôt grandes (Tableau 23) et un stade d'usure moyen (Figure 74). Les incisives sont légèrement en forme de pelle.

Tableau 23. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 1 de Goa Braholo

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	5,4	6,5	4,8	6,6
I_2	-	-	6,5	7
C	-	-	7,5	8,6
P_3	-	-	8	9,2
P_4	-	-	7,5	9,5
M_1	-	-	11,6	12
M_2	-	-	11,8	11
M_3	-	-	-	-

Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1 de Braholo

Le sexe masculin de cet individu semble être indiqué par la robustesse et les grandes dimensions de la calotte crânienne et de la mandibule, ainsi que par les points suivants :

- l'absence de deux bosses frontales para-sagittales,
- les bosses pariétales peu développées,
- la glabelle fortement projetée,
- les forts reliefs juste en avant du gonion droit.

La base de l'alvéole de la M_3, préservée du côté droit de la mandibule, indique que cette dent devait être en place. Cet individu devait donc avoir atteint un âge adulte, le stade d'usure moyen des dents permet de préciser qu'il devait vraisemblablement être assez jeune.

b. Individu 2 : sépulture secondaire

Cet individu a été mis au jour en 1998 dans le carré L8, à une profondeur d'environ 230 cm. Il s'agit d'une petite sépulture secondaire que nous avons pu étudier *in situ* en août 1999. Une datation ^{14}C effectuée sur des charbons provenant de cette sépulture a donné un âge de 8760 ± 170 ans BP.

Les portions anatomiques représentées sont :

- la voûte crânienne,
- le maxillaire supérieur,
- la mandibule,
- les dents,
- le pelvis,
- une vertèbre cervicale.

Description de la sépulture

Tous ces éléments sont dissociés les uns des autres, fragmentés et apparemment disposés de façon particulière au sein de la structure sépulcrale (Figure 77 p.157). Le sédiment de base de la sépulture est de couleur grise à rouge-orange par endroits. Il est très riche en charbons, fragments d'os et coquilles de mollusques brûlés à un stade assez avancé. Au dessus, juste sous les os humains, une petite couche de 3 à 5 cm d'épaisseur de cendres très fines, grises à blanches, est observée.

A l'extrémité nord de la sépulture (Figure 77) se trouve une partie du pelvis comprenant l'os iliaque droit et le sacrum apparaissant en vue antérieure, pratiquement en connexion anatomique. L'os coxal gauche est totalement absent. Sous le bassin sont disposés les os de la voûte crânienne, très fragmentés, particulièrement ceux provenant du côté gauche. Ces fragments crâniens sont regroupés en petit amas, ne respectant visiblement aucune orientation anatomique originelle. Tout contre, se trouve une vertèbre cervicale puis

un fragment de maxillaire et la demi-mandibule droite, posée à plat sur sa face externe. Les dents conservées sur ces deux derniers éléments se présentent pratiquement en occlusion (la demi-mandibule droite porte P_3, P_4, M_1, M_2, M_3 ; les deux dents supérieures émergeant à peine du sédiment n'étaient pas déterminables *in situ*). En position quasi-symétrique, de l'autre côté des fragments crâniens, se situe la demi-mandibule gauche posée sur sa face interne et portant I_1, I_2, P_3, M_1, M_2 et M_3. Au-dessus de cette demi-mandibule, le long des fragments de la calotte crânienne et du bassin, se trouvent deux fragments du maxillaire gauche (dont l'un comporte la M^1), la première incisive supérieure droite isolée ainsi qu'une portion de l'os frontal comprenant le bord supérieur de l'orbite droite.

Autour et au milieu des os humains se trouvent quelques pierres, des fragments d'os non humains et de coquilles de mollusques dont la répartition est visiblement aléatoire.

Reposant sur un lit de cendres, les os humains ne semblent pas avoir été brûlés, à l'exception peut-être d'une partie des fragments de la voûte crânienne (frontal et partie antéro-médiale des pariétaux). Nous n'avons pas identifié de restes humains post-crâniens parmi les os brûlés contenus dans les sédiments de base. Le feu a vraisemblablement été utilisé pendant les premières étapes de la préparation de la sépulture et peut-être de nouveau après la mise en place des ossements et leur enfouissement. Il ne s'agit donc pas d'une crémation aboutie des os humains, si toutefois elle était voulue. D'autre part, les os humains présents dans cette sépulture sont issus d'une sélection au sein du squelette complet original. D'après la morphologie des fractures (produites sur os sec) et l'absence de cohérence anatomique des fragments osseux (orientation aléatoire des fragments d'un même complexe anatomique) on peut déduire que cette inhumation a eu lieu longtemps après la mort de l'individu. Toutes les parties molles avaient disparu et les os étaient déjà secs. Il est cependant difficile de savoir si une première inhumation a été pratiquée dans un premier temps ou si le corps a été décharné à l'air libre (naturellement ou du fait d'autres hommes). L'absence de marques sur les os peut laisser pencher pour la première hypothèse.

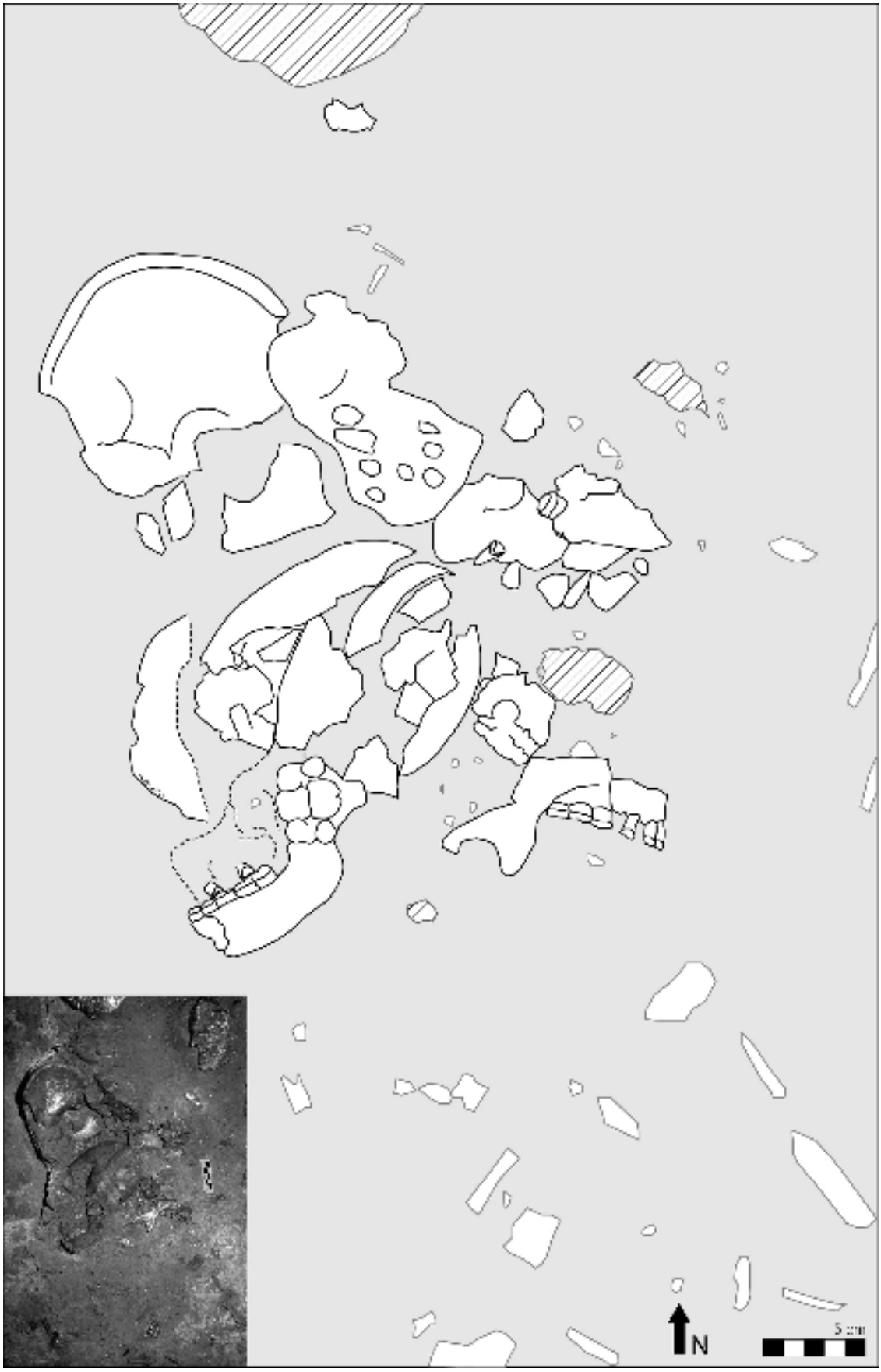


Figure 77. Relevé de la deuxième sépulture de Goa Braholo (BHL2, sépulture II[aire])
trait noir & fond blanc : ossements humains, trait gris & fond blanc : faune ; hachuré : pierres

Description du neurocrâne

Après le démontage de la sépulture, nous avons pu étudier les fragments de la calotte crânienne de cet individu en septembre 2000. Malheureusement, nous n'avons pas eu l'occasion de travailler sur les os de la face (face supérieure et mandibule) qui n'étaient pas conservés dans les mêmes collections.

Malgré sa fragmentation importante, nous avons pu réaliser une reconstruction assez complète de la calotte crânienne. Le pariétal droit, en connexion avec une partie du frontal et une partie de l'occipital, est pratiquement complet. Le pariétal gauche, reconstitué à partir de neuf fragments, a pu être remis en connexion avec une portion du frontal, l'os temporal quasi-complet et la moitié gauche de l'occipital. Les deux moitiés obtenues (gauche et droite) sont en connexion au niveau de l'occipital seulement puisqu'une bande osseuse plus ou moins large manque dans l'axe sagittal, depuis le nasion jusqu'au lambda (Figure 78).

Une fois reconstruit, ce crâne apparaît gracile dans l'ensemble et présente de faibles dimensions (Tableau 24). Tous les os sont très fins.

Tableau 24. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 ; L. = longueur ; l. = largeur ; h. = hauteur ; ép. = épaisseur ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Calotte crânienne	G	D
L. glabelle-opisthocranion	(175)	
l. bi-pariétale	(123)	
l. frontale minimale	(87)	
l. bi-fronto-malaire (orbital)	(97)	
l. bi-astérionique	102	
Corde nasion-bregma	(103)	
Corde bregma-lambda	(121)	
Corde lambda-opisthion	121	
h. apophyse mastoïdienne	20	-
ép. de l'os aux bosses pariétales	-	8,5

Vu de face (Figure 78), le complexe supra-orbitaire, incomplet dans sa partie centrale, présente des arcades légèrement proéminentes mais bien délimitées, et des trigones latéraux graciles mais assez larges d'avant en arrière, nettement projetés vers l'extérieur. En arrière, la constriction post-orbitaire n'est pas forte mais bien marquée (essentiellement du fait de la projection latérale des trigones). Le bord supérieur de l'orbite est fin, il présente un coin médial quasi-orthogonal et un coin latéral largement ouvert. L'écaille frontale partiellement conservée présente une convexité transversale régulière (il n'est cependant pas possible d'estimer la présence éventuelle d'une carène sagittale).

Figure 78. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 24)

En vue latérale (Figure 79 et Figure 80 p. 160), l'écaille frontale est régulièrement convexe, depuis le léger sulcus supra-glabellaire jusqu'au bregma. De chaque côté, la ligne temporale est nettement marquée, sous la forme d'un bourrelet s'estompant brusquement 10 à 15 mm avant la suture coronale.

En arrière du bregma, les pariétaux présentent un méplat (légère concavité) d'environ 4 cm de largeur et parallèle à la suture coronale. Après ce méplat, le contour des pariétaux puis de l'écaille occipitale est régulièrement arrondi, à l'exception d'une dépression pré-lambdatique très limitée. L'angle formé par l'écaille occipitale et le plan nucal est largement ouvert et les reliefs nucaux, graciles, sont très faiblement marqués. La protubérance occipitale externe est peu projetée.

L'os temporal gauche, une fois reconstruit (Figure 79 p.160), présente une écaille haute dont le bord supérieur est nettement arrondi. La partie basse du temporal est gracile, la racine du processus zygomatique est peu épaisse. L'apophyse mastoïdienne est petite, légèrement pointue ; sa surface ne présente pas des reliefs marqués.

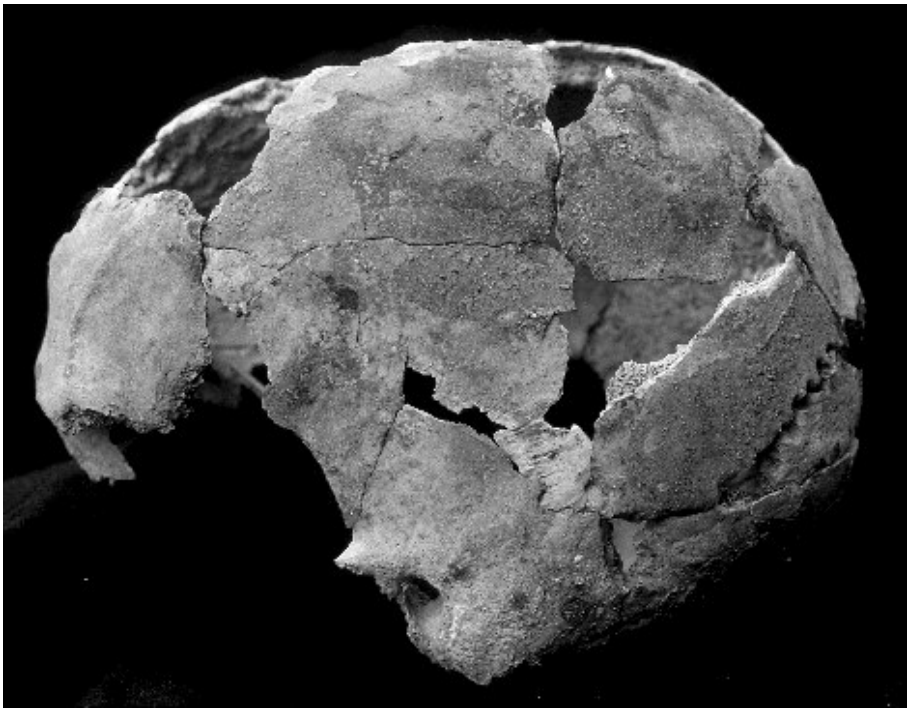


Figure 79. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 24)

Figure 80. Vue latérale droite de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 (la portion d'os frontal et la partie antérieure du pariétal droit ont été retrouvées en connexion à la fouille) (sans échelle, dimensions : Tableau 24)

Observation sur l'âge et le sexe de l'individu 2 de Braholo

Peu d'éléments peuvent être utilisés pour déterminer l'âge de cet individu. La présence des M_3 sur la mandibule (observation *in situ*) et les sutures encore nettement marquées indiquent un adulte d'âge moyen.

Le neurocrâne est gracile et présente de faibles dimensions générales. Les bosses frontales et pariétales sont individualisées, l'apophyse mastoïdienne (gauche) est fine. Ces observations indiquent un individu de sexe féminin. La morphologie gracile et les faibles dimensions de l'os illiaque droit fragmentaire, corroborent cette hypothèse.

c. Individu 3

Il s'agit vraisemblablement d'une sépulture primaire, mais son statut exact n'est pas très clair. De plus, nous n'avons pas eu l'occasion de l'étudier *in situ*.

Cet individu est représenté uniquement par le squelette post-crânien, assez complet et dans un état de conservation globalement meilleur que celui de tous les autres individus mis au jour dans ce site. Aucun reste du crâne, de la mandibule ni des dents n'a été retrouvé lors de la fouille, ce qui pourrait laisser supposer que ces éléments ont été prélevés quelques temps après l'inhumation du corps. Dans l'ensemble, les os longs sont robustes et de grandes dimensions (*cf.* clichés en *Annexes Goa Braholo*).

d. Individu 4 : sépulture primaire

L'individu 4 a été mis au jour à une profondeur comprise entre 50 et 60 cm, dans une zone de fouille s'étendant sur quatre carrés : G7/H7/G8/H8. Sa position stratigraphique (niveau 2) indique que cet individu est vraisemblablement le plus récent de tous les fossiles retrouvés sur le site. Il s'agit d'une sépulture primaire en position fléchie (Widianto, *comm. pers.*) que nous n'avons pas eu l'occasion de voir *in situ*, mais dont nous avons pu étudier les ossements.

Dans l'ensemble, le squelette est assez complet (le crâne excepté) mais très fragmentaire. Du squelette crânien, seulement deux fragments de maxillaires et deux fragments mandibulaires sont conservés (Figure 81).

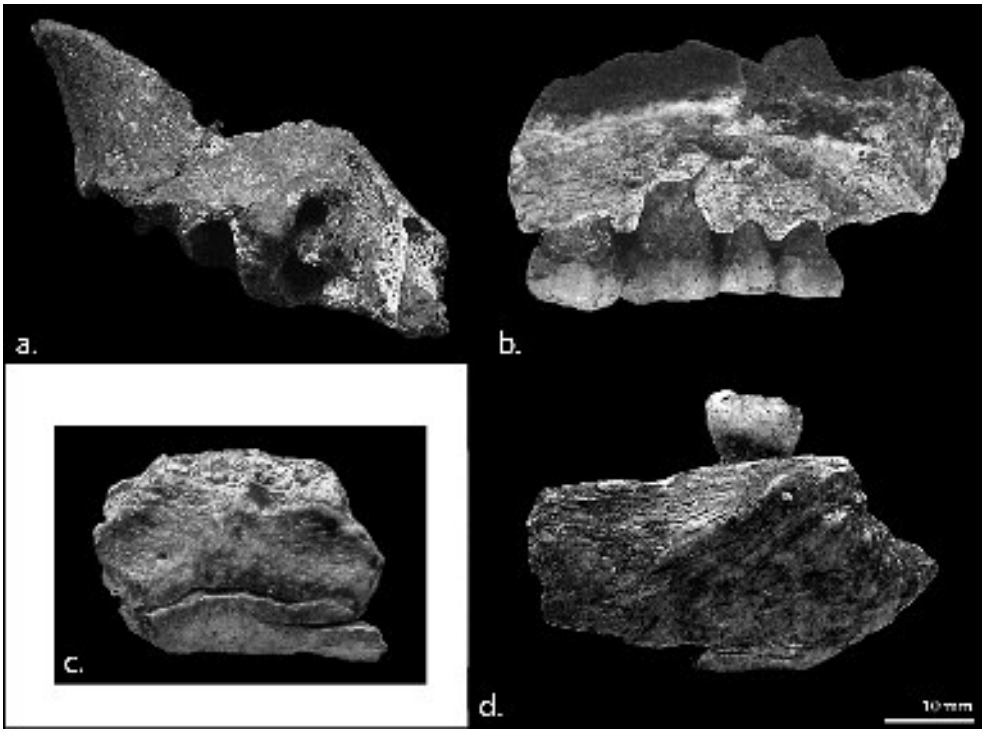


Figure 81. Fragments de maxillaire, de mandibule et dents de l'individu 4 de Braholo
a. maxillaire droit, vue latérale ; b. maxillaire gauche, vue médiale ; c. symphyse mandibulaire, vue de face ; d. fragment gauche de mandibule, vue latérale

Le fragment de maxillaire droit (Figure 81a.) s'étend de l'alvéole de la I^1 jusqu'à celle de la M^1 et comprend la base du processus zygomatique, s'enracinant juste au-dessus des alvéoles. L'os alvéolaire est marqué par une infection (abcès) au niveau de l'apex de la seconde incisive et de la canine.

Le fragment de maxillaire gauche (Figure 81b.) comprend les alvéoles correspondant aux I^1, I^2, C et porte les P^3, P^4, M^1 et M^2. Vers l'avant, une partie de la marge nasale est

également présente, délimitée par une légère ride. Concernant les dents, on remarque une facette d'usure sur la face distale de la M^2, indiquant la présence d'une M^3, non retrouvée.

Le fragment de symphyse mandibulaire (Figure 81c.) mesure environ 30 mm de largeur (du niveau d'une canine à l'autre) et 23 mm de hauteur. Vue de face, l'éminence mentonnière est nettement visible, délimitée par deux petites fossettes. Sur la face interne, les apophyses géniennes sont bien marquées. La hauteur originale à la symphyse devait être assez réduite puisqu'elle n'est que de 17 mm du gnathion à la base des alvéoles des incisives centrales.

Le fragment de corps mandibulaire gauche (Figure 81d.) s'étend de l'alvéole de la P_4 jusqu'en arrière de la M_2. L'absence d'alvéole en arrière de celle-ci et le fait qu'elle ne présente pas de facette distale de contact montrent que la troisième molaire n'était pas sortie. La ligne oblique externe est bien visible mais n'est pas robuste, l'épaisseur du corps au niveau M_1/M_2 est d'environ 24 mm.

Tableau 25. Dimensions en mm des dents supérieures et inférieures gauches de l'individu 4 de Braholo

Dents	Supérieures gauches		Inférieures gauches	
	MD	BL	MD	BL
P3	7,6	10,9	-	-
P4	7,5	10,8	-	-
M1	11,6	13,2	-	-
M2	10,5	13	10,9	11

L'étude des fragments de la face de l'individu 4 de Braholo montre que celui-ci était plutôt gracile. Les proportions de ces fragments sont réduites mais on remarque que les dimensions des dents sont assez importantes (Tableau 25).

Ces observations concordent avec une rapide revue des éléments du squelette post-crânien. Les épiphyses les mieux conservées sont relativement graciles et de faibles dimensions.

L'aspect des fractures de certains os longs semble caractéristique de fracturations produites sur os frais. Ainsi, les épiphyses proximales du fémur et du radius gauches et de l'humérus droit, et l'épiphyse de la fibula droite présentent des fractures écailleuses en biseau (Figure 82 p.164) nettement différentes des autres fractures taphonomiques. Malheureusement, nos connaissances limitées du contexte sépulcral ne nous permettent pas

de discuter plus en détail ces fractures. Celles-ci se sont de toute évidence produites au cours de l'inhumation du défunt ou peu après.

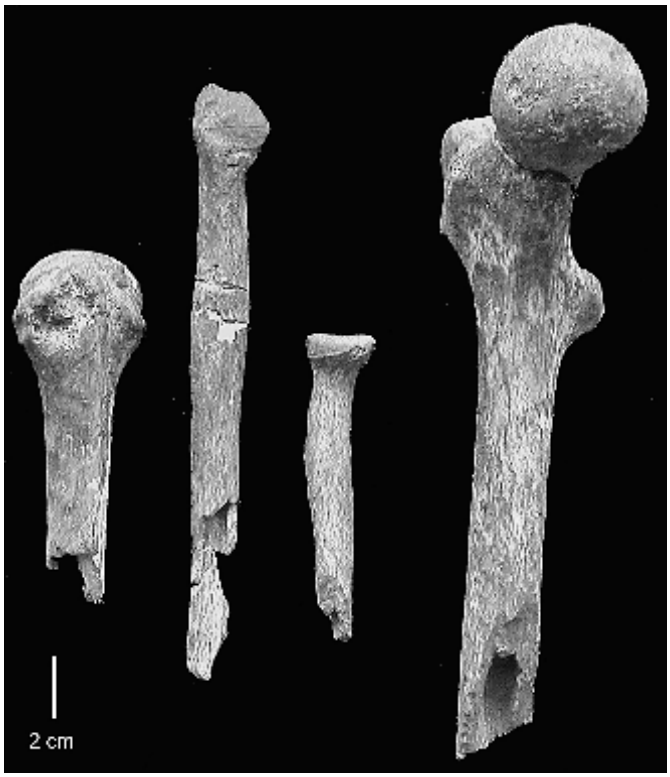


Figure 82. Détail des épiphyses d'os longs de l'individu 4 de Goa Braholo présentant des fractures produites sur os frais

e. Individu 5 : sépulture secondaire

Cette sépulture a été mise au jour dans le carré H8, à une profondeur de 270 cm. Il s'agit vraisemblablement d'une sépulture secondaire (Widianto, *comm. pers.*). Seuls des éléments du crâne, de la mandibule, l'os hyoïde et trois incisives supérieures ont été mis au jour.

Description de la calotte crânienne

Le crâne consiste en une calotte de grande dimension (Tableau 26) dont les portions préservées sont en assez bon état. Le frontal est incomplet du côté gauche où tout le bord orbitaire et les reliefs associés manquent. Le trigone supra-orbitaire gauche isolé est conservé mais ne peut être replacé en connexion anatomique. Les deux os pariétaux sont quasi-complets ainsi que l'os occipital, jusqu'aux lignes nucales inférieures. Les temporaux, de même que toute la base crânienne, sont absents.

Tableau 26. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo;
L. = longueur ; l. = largeur ; h. = hauteur ; ép. = épaisseur; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Calotte crânienne	
L. glabelle-opisthocranion	188
l. bi-pariétale	139
l. frontale minimale	(93)
l. bi-fronto-malaire (orbital)	(114)
l. bi-astérionique	101
Corde nasion-bregma	(114)
Corde bregma-lambda	114
Corde lambda-opisthion	114
ép. de l'os au bregma	8,5
ép. de l'os aux bosses pariétales	8,5 à 10

Vue de face (Figure 83), la partie centrale du complexe supra-orbitaire apparaît nettement séparée de l'écaille frontale vers le haut et des trigones latéraux sur les côtés (le côté gauche est endommagé). La glabelle et les arcades supra-orbitaires sont soudées et assez fortement projetées vers l'avant. La morphologie de la base de ce complexe central, quoique brisée, laisse deviner une largeur inter-orbitaire assez grande. Sur le côté droit, le bord supérieur de l'orbite est arrondi et le trigone latéral est relativement fin mais nettement projeté vers l'extérieur et vers le bas. En arrière, la constriction post-orbitaire est nettement marquée. Vu de face, le contour de l'écaille frontale est très arrondi, sans aucune trace de

carène frontale. En revanche, en arrière du bregma se trouve une légère carène sagittale, visible sur environ 40 mm. Le frontal dans son ensemble est assez étroit puisqu'on remarque sur cette vue les bosses pariétales, nettement développées de chaque côté.

En vue latérale (Figure 84), la projection de la partie centrale du complexe supra-orbitaire incomplet est nette, délimitée en haut et en arrière par un petit sulcus. Le trigone latéral (côté droit) est aussi surmonté par une petite dépression oblique rejoignant en partie le sulcus central. L'écaille frontale est arrondie, elle présente une convexité régulière depuis le sulcus jusqu'au bregma. Les pariétaux sont assez allongés et présentent une morphologie tout à fait particulière : depuis le bregma jusqu'aux bosses pariétales, le contour sagittal du crâne est quasi-rectiligne ; on rencontre ensuite une forte convexité au niveau des bosses pariétales très marquées, puis de nouveau un méplat jusqu'au lambda. Ce méplat pré-lambdatique est très net, délimité de chaque côté par les lignes pariétales supérieures bien visibles à cet endroit et en bas par la suture lambdoïde (Figure 85). L'angle entre le plan de l'écaille occipitale et le plan nucal est marqué, surligné par un épaississement assez important entre les lignes nucales suprêmes et supérieures qui se poursuit jusqu'aux astérions. Les lignes nucales elles-mêmes sont mousses, peu marquées sauf au niveau de la protubérance occipitale externe légèrement projetée.

Figure 83. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 26)

Figure 84. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 26)

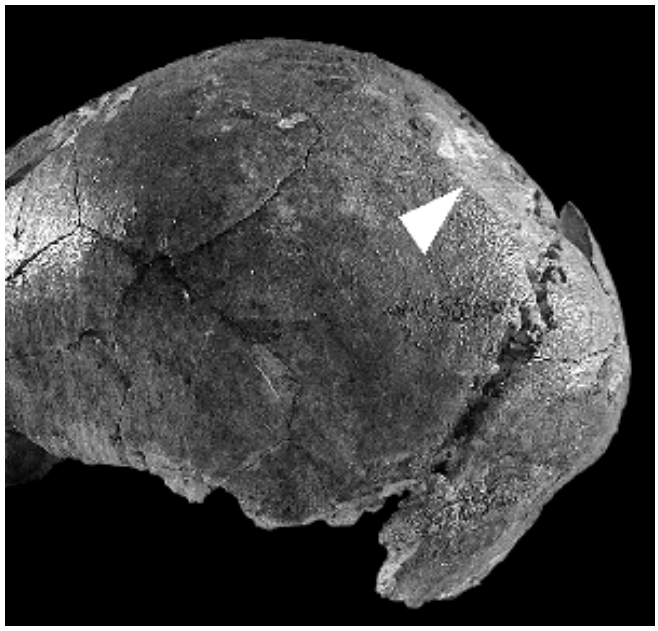


Figure 85. Vue de détail du méplat pré-lambdatique de l'individu 5 de Goa Braholo (vue de trois-quart postérieure gauche, la flèche indique la ligne pariétale supérieure gauche)

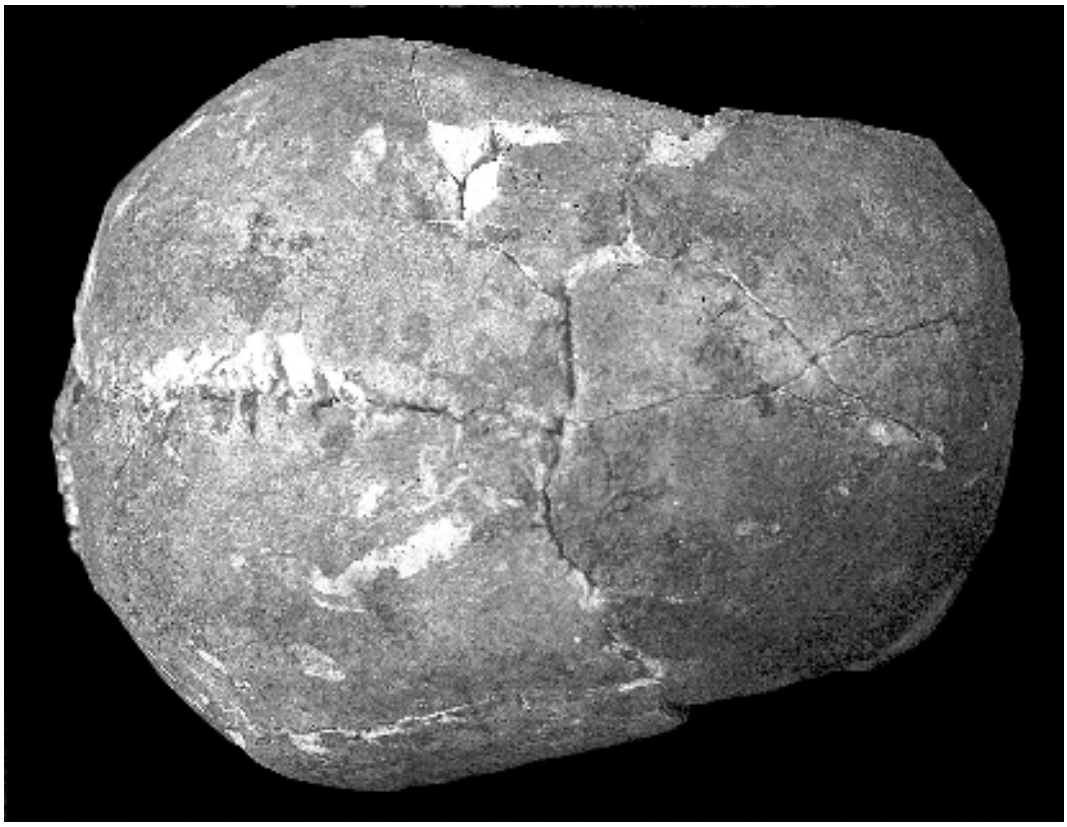


Figure 86. Vue supérieure de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 26)

En vue supérieure (Figure 86), le crâne est allongé et présente un contour de type rhomboïde. Il est nettement plus large au niveau des bosses pariétales situées à peu près au milieu des pariétaux. Les parois latérales de la calotte sont fortement convergentes vers l'avant, jusqu'à la constriction rétro-orbitaire bien marquée. Vers l'arrière, les parois convergent jusqu'au niveau de la suture lambdoïde où l'os occipital apparaît légèrement extrudé du contour crânien (toutefois exagéré du côté droit du fait de la mauvaise connexion entre pariétal et occipital).

Le contour crânien en vue postérieure (Figure 87) est également marqué par le fort développement des bosses pariétales. Les parois latérales des pariétaux sont nettement divergentes vers le haut jusqu'aux bosses, formant un angle marqué avec les parois supérieures. Celles-ci se rejoignent à la suture sagittale sous la forme d'une légère carène dans les 4 premiers cm en arrière du bregma (non visible sur la Figure 87) puis, plus bas, sous la forme du méplat pré-lambdatique déjà décrit. Sur cette vue, l'épaississement de toute la portion comprise entre les lignes nucales suprêmes et supérieures est bien visible.

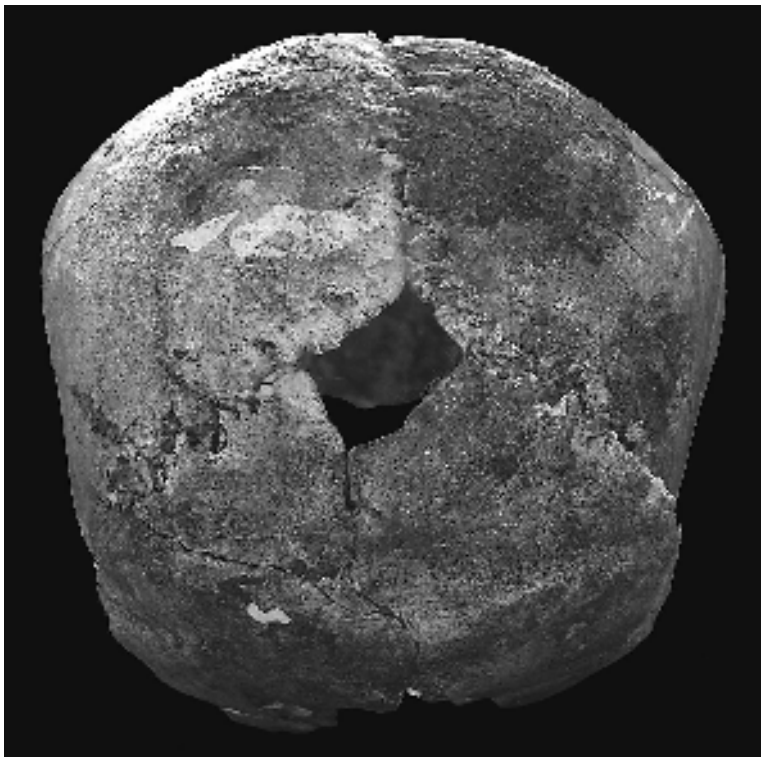


Figure 87. Vue postérieure de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 26)

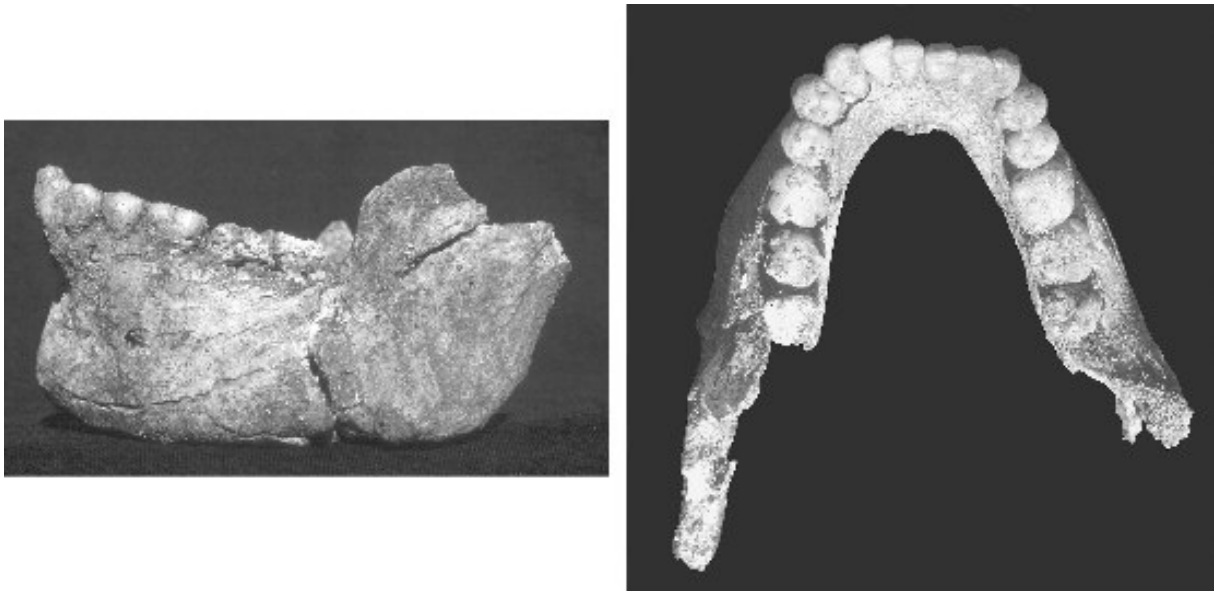


Figure 88. Vues latérale gauche et supérieure de la mandibule de l'individu 5 de Goa Braholo (sans échelle, dimensions : Tableau 27)

Description de la mandibule

La mandibule, malgré un état de conservation plutôt médiocre (os très fragile et abîmé en surface), est assez complète (Figure 88). Sa morphologie d'ensemble est robuste et ses dimensions sont fortes (Tableau 27).

Tableau 27. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 5 de Goa Braholo ;
l. = largeur ; L. = longueur ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Mandibule	G	D
l. bi-goniaque	(98)	
L. totale	(103)	
L. du corps	(84)	
l. branche montante	38	-
Hauteurs du corps		
Symphyse	37	
P_3/P_4	(36,5)	36,5
P_4/M_1	(38)	38
M_1/M_2	(36)	34
Epaisseurs du corps		
Symphyse	16,8	
C/P_3	16,4	16
P_3/P_4	15,9	15
P_4/M_1	15,3	16
M_1/M_2	16,5	16,5
M_2/M_3	19,8	19,1
M_3 post	19,6	18,5

En vue latérale, le corps mandibulaire est très haut, notamment dans la partie antérieure. Le prognathisme alvéolaire est fortement prononcé, mais en dessous, le trigone mentonnier est également bien délimité et projeté. Les lignes obliques externes sont épaisses et forment de forts espaces à l'extérieur des M_1, M_2 et M_3 (vue supérieure Figure 88). De chaque côté, les lignes obliques externes se subdivisent au niveau de la M_1 et, tandis que l'une des deux parties continue et s'estompe aux environs du trou mentonnier, l'autre formant un épaississement vertical qui rejoint la base du corps.

Les branches montantes sont inégalement conservées. Du côté droit, seul le gonion et la base du ramus en arrière de la M_3 sont préservés tandis que plus de la moitié du ramus gauche est conservé (la face interne est toutefois endommagée). Les gonions présentent d'importants reliefs sur leur face externe et sont largement ouverts : l'angle entre la base du corps et le bord postérieur du ramus est grand. Toutefois il ne s'agit pas d'une mandibule à bascule puisque la base des gonions présente des tubercules légèrement développés vers le bas (Figure 88).

La forte projection vers l'avant de la partie alvéolaire est accompagnée, du côté lingual, de la présence d'un planum alvéolaire assez net, d'une P3 à l'autre. En vue supérieure (Figure 88 p.169), la forme de l'arcade dentaire est peu arrondie : les dents antérieures (d'une canine à l'autre) sont alignées dans le plan frontal tandis que les prémolaires et les molaires forment de chaque côté une ligne oblique au plan frontal.

La morphologie robuste de cette mandibule est très proche de celle de l'individu 1.

Description des dents

L'état de conservation des dents est assez médiocre (voir Figure 88 p.169 pour les dents inférieures). Les trois incisives supérieures (I^1 & I^2 gauches et I^1 droite) sont larges et présentent une morphologie en pelle très marquée. Les dents inférieures sont toutes présentes mais elles sont endommagées (particulièrement les molaires) interdisant l'utilisation de leurs dimensions dans des analyses morphométriques (Tableau 28). Les incisives inférieures sont légèrement en forme de pelle.

Tableau 28. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 5 de Goa Braholo ;
(-) indique une dent présente mais trop endommagée pour être mesurée

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	5	7,1	5,8	6,8
I_2	6,6	7,5	6,5	7,5
C	7,1	9,4	8	9,2
P_3	8,1	10,2	8	9,7
P_4	8,2	(-)	7,9	9,9
M_1	12	(-)	12,1	12
M_2	(-)	(-)	(12,5)	(12)
M_3	(-)	(-)	(-)	(-)

Observation sur l'âge et le sexe de l'individu 5 de Braholo

La calotte crânienne et la mandibule de cet individu présentent plutôt de grandes dimensions et des caractères morphologiques robustes. Cependant, les bosses frontales et surtout pariétales sont nettement individualisées, les trigones supra-orbitaires assez fins, et les gonions, quoique marqués de reliefs, ne sont pas éversés. Ces observations pourraient indiquer un individu de sexe féminin mais de grande taille.

L'âge dentaire ne peut être estimé en raison de la mauvaise conservation des dents inférieures.

f. Individu 6 : sépulture primaire

L'individu 6 a été mis au jour dans le carré de fouille G8 (contre la section F8/G8) dans le niveau 3. Une datation ^{14}C (sur charbon) indique un âge de 13 290 ± 400 BP pour cet individu, il semble toutefois que cet âge soit trop important étant donnée sa position stratigraphique (*cf.* Figure 69 p.145). Il s'agit d'une sépulture primaire fléchie que nous avions pu voir *in situ* en tout début de dégagement. Par la suite, cette sépulture a été prélevée en un seul bloc et est depuis conservée ainsi. Nous avons pu observer les caractéristiques générales de la sépulture, mais il n'a pas été possible de réaliser une étude complète des ossements dont l'état de conservation est par ailleurs assez médiocre (*cf.* clichés en *Annexes Goa Braholo*).

L'individu est en position fléchie, reposant sur le côté droit. L'orientation générale du corps est est-ouest, tête vers l'est « regardant » le nord. Les genoux sont fortement remontés vers le haut et contre le corps, positionnant les fémurs dans un axe sub-parallèle à celui du rachis et amenant les genoux au niveau de la face. Le bras gauche est fléchi à angle droit, positionnant la main au niveau du pubis. Le bras droit est replié le long du corps, la main est contre la face.

Le crâne, de même que la majorité des os post-crâniens, est très fragmenté. Ses caractéristiques morphologiques sont très proches de celles de l'individu 2. La mandibule est également assez petite, les reliefs sont cependant bien marqués et les dents paraissent relativement grosses. Dans l'ensemble, les dimensions des os sont assez faibles mais leur morphologie est plutôt robuste.

g. Individu 7

L'individu 7 de Goa Braholo présente seulement des éléments partiels et très fragmentés du squelette. Les différents restes ont été mis au jour dans le carré G7, à une profondeur comprise entre 280 et 285 cm (niveau 3). Leur contexte est peu clair, il peut s'agir d'une sépulture en partie détruite après l'inhumation du corps et dont les éléments épars ont été retrouvés à la fouille.

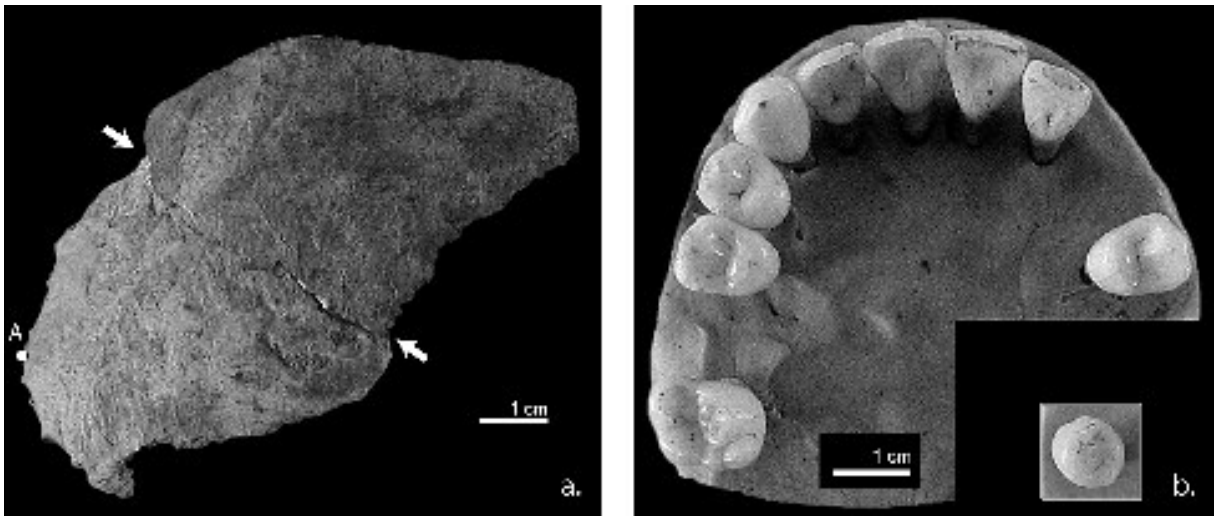


Figure 89. Individu 7 de Goa Braholo : a. fragment d'occipital (les flèches indiquent la suture supplémentaire, A=astérion gauche) ; b. dents supérieures et P4 inférieure gauche isolée en médaillon

Le crâne est représenté uniquement par un fragment gauche d'occipital comprenant une partie des lignes nucales suprêmes et supérieures, la protubérance occipitale externe et une portion de suture lambdoïde de part et d'autre de l'astérion gauche (Figure 89.a). Ce fragment est peu épais et les reliefs peu marqués. La présence d'une suture supplémentaire indique un occipital composite (cependant cette suture squameuse est peut-être une relique de suture de croissance chez un jeune individu).

Les dents supérieures sont représentées par : I^1, I^2,P^4 gauches et I^1, I^2, C, P^3, P^4 et M^2 droites (Figure 89.b et Tableau 29). La P_4 gauche est la seule dent inférieure retrouvée. Les incisives centrales supérieures sont nettement en forme de pelle, de même que les I^2, mais de façon moins marquée. L'usure des surfaces d'occlusion est faible et la M^2 droite ne présente pas de facette de contact distale. Il s'agit vraisemblablement d'un jeune individu dont les M^3 n'étaient pas encore en occlusion.

Tableau 29. Dimensions en mm des dents de l'individu 7 de Goa Braholo

Dents	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I^1	8,5	7,5	8	7,1
I^2	7,4	7,2	7,2	6,8
C	-	-	8,2	8,4
P^3	-	-	8,5	9,5
P^4	8	10	7,9	9,9
M^2	-	-	9,1	11
P_4	8,1	7,8	-	-

Le squelette post-crânien est représenté uniquement par des éléments du squelette axial : nombreuses vertèbres ou fragments de vertèbres, fragments de sternum et de scapulas.

h. Individu 8

Il est possible que les ossements humains attribués à « l'individu 8 » fassent partie de l'individu 7. En effet, ils proviennent du même carré (G7) et ont également été découverts dans un niveau profond (la profondeur est un peu plus grande que celle de l'individu 7 : 316 contre 280 à 285 cm). Les deux assemblages osseux sont complémentaires puisque cet individu est uniquement représenté par des éléments du pied gauche (calcaneum, talus, plusieurs phalanges) et des fragments des membres inférieurs (patella, diaphyses fémorale et tibiale, épiphyse de fibula).

Aucune structure sépulcrale n'ayant été mise en évidence lors de la fouille, il pourrait s'agir d'une seule sépulture remaniée (individu 7 + individu 8).

i. Restes humains isolés

De nombreux restes humains isolés ont été mis au jour dans les différents niveaux de la grotte de Braholo. Leurs principales caractéristiques sont présentées ci-dessous : n° d'inventaire/site(BHL=Braholo)/carré de fouille ; coordonnées dans le carré : X, Y et Z (profondeur) ; pour les dents : MD=diamètre mésio-distal et BL=bucco-lingual (en mm).

Niveau 1

n° 302/BHL/H8	X 18	Y 15	Z 48
canine inférieure droite	MD : 7.1	BL : 8.1	usure très avancée

n° 4/BHL/H7	X 3	Y 170	Z 52
2 dents (racines brisées, les facettes de contact concordent)			
M^1 droite	MD : 11.1	BL : 13.2	usure avancée
P^4 droite	MD : 7.5	BL : 11	

n° 299/BHL/H8	X 21	Y 33	Z 47
M^3 droite	MD : 8.5	BL : 12.6	

sachet " *tulang Homo* " H7 Z 40-60
fragments crâniens mandibulaires (morceaux de temporal, d'occipital, de pariétal très fragmentaires, aucun recollage possible)

Niveau 2

n°- /H8 Z 95-100
M^2 & M^3 droites et canine brisée ; usure très avancée, protocône de la M^2 complètement aplani

M^2 droite	MD : 9.3	BL : 12.1
M^3 droite	MD : 10.9	BL : 12.7

n° 298/H8	X 24	Y 160	Z 100
Concentration d'os humains			
3 phalanges de pied ; morceau de crête iliaque ; 1 tête de fémur ; 1 fragment non identifié (couleur rouge/ Homo ?) ; petits fragments de frontal et de pariétal ; deux fragments de temporal : mastoïde brisée et méat acoustique (côté gauche) et fragment d'os pétreux.			
M_2 droite (?) assez usée	MD : 13	BL : 13	

n° 126/G8	X 167-178	Y 130-140	Z 70-85
fragments de fémur complètement brisé (1 tête de fémur, 2 fragments d'épiphyse distale gauche fragment d'épiphyse proximale de tibia			

n° 65/H8	X 159	Y 169	Z 99
10 fragments crâniens (fragments de pariétal, d'occipital et de frontal ; quelques remontages effectués)			

n° - (- *rangka*)/H8 Z 95-100
15 fragments osseux (dont un morceau de pariétal remonté et un morceau de frontal)

n° - (*frg tengkorak*)/H8 Z 85-90
21 fragments osseux humains et non-humains (morceaux de vertèbres humaines, fragments d'occipital et un morceau de frontal de macaque)

Niveau 3

Individu ?/H8 *Ayakan* Z 205-210
M^3 droite dont le stade d'usure est nettement plus avancé que celui des dents provenant de la couche 3 en G7 (" Individu 7 "), il s'agit d'un individu différent.
Dimensions MD : 10 BL : 12

n° 180, Individu ?/H8 X 87 Y 196 Z 165
Fragments de pariétal et d'occipital très robuste (portion quasi identique à celle de l'individu 7)
Face externe : La fracture supérieure du plan occipital se situe à 22 mm au dessus de la ligne nucale suprême dans la partie latérale gauche ; dans la partie centrale, celle-ci recoupe la ligne nucale suprême ; grande robustesse générale, os épais ; reliefs fortement marqués entre la ligne nucale suprême et la ligne nucale supérieure ainsi que dans son prolongement vers l'astérion gauche (partie droite non conservée). La protubérance occipitale externe est nettement visible, elle rejoint la ligne nucale supérieure. La crête occipitale est marquée mais elle est discontinue.
Face interne : les fosses cérébrales sont bien marquées et séparées sagittalement par la crête occipitale interne. L'éminence cruciforme est très large et épaisse.

3.4.2. Song Keplek (Punung)

3.4.2.1. Présentation générale

Le site de Song Keplek est une grotte, en partie effondrée, creusée dans l'une des nombreuses petites collines se trouvant autour du village de Punung (celle-ci culmine à environ 363 m d'altitude). Cette grande cavité, orientée nord-ouest/sud-est, traverse la colline de part en part (cf. Figure 90 : coupe A-A'). Le porche principal, mesurant plus de vingt mètres de largeur et regardant vers le sud-est, a servi d'abri aux groupes humains, certainement à plusieurs reprises, au cours du Pléistocène supérieur et de l'Holocène. Plusieurs phases d'effondrement se sont succédées, modelant le site jusqu'à sa topographie actuelle, et les niveaux archéologiques se sont en fait accumulés et ont été préservés entre le fond de la cavité, complètement éboulé, et les énormes blocs tombés de la paroi vers l'avant de l'ouverture principale. C'est dans cette zone que les carrés de fouille ont été ouverts, entre 1992 et 2000. F8, B6 et D3 ont été fouillés les premiers afin de tester les différentes zones du remplissage, ce qui explique leur dispersion. Les autres carrés ont été ouverts par la suite, malheureusement sans véritable continuité, ce qui n'a pas facilité les corrélations stratigraphiques et archéologiques sur l'ensemble du site. Les dernières campagnes à Song Keplek ont d'ailleurs permis de relier les différents carrés par des tranchées.

Certains carrés (B6, D7, A5) ont pu être fouillés profondément (d'autres ont été stoppés par de gros blocs : LU1, D3) et ont permis de mettre en évidence plusieurs niveaux stratigraphiques et /ou archéologiques. Le niveau zéro de la fouille, localisé au sommet du plus gros bloc d'effondrement à l'avant du porche, est situé à l'altitude absolue de 333, 97 m.

Parmi l'abondant matériel archéologique, les restes de plusieurs individus humains ont été mis au jour à Song Keplek. Certains sont représentés par des fragments osseux isolés (individus 1, 2 et 3 : SK1, SK2 et SK3) mais deux (SK4 et SK5) ont été découverts en sépulture.

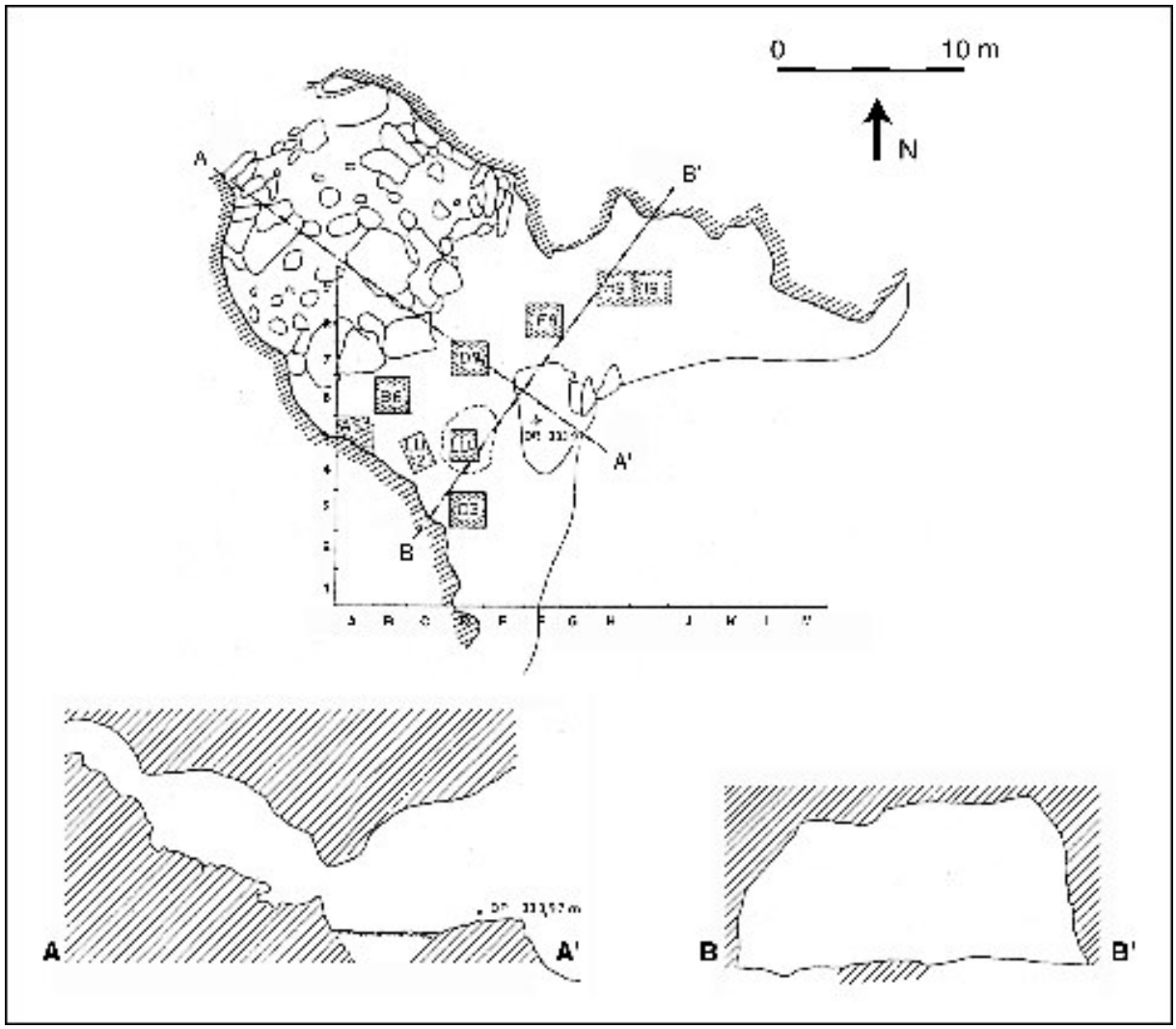


Figure 90. Plan de la grotte de Song Keplek avec la localisation des différents carrés de fouille (jusqu'en 1999), coupes longitudinale (A-A') et transversale (B-B') de la cavité (relevés : *Pusat Penelitian Arkeologi*)

3.4.2.2. Les niveaux d'occupation humaine : datations absolues et estimation de l'âge des restes humains

Entre 1996 et 1999, un programme de datation a été entrepris sur les différents niveaux archéologiques de Song Keplek (Figure 91). Deux buts étaient poursuivis, d'une part obtenir un cadre chronologique le plus complet possible pour la succession des niveaux d'occupation humaine et d'autre part dater les deux sépultures. Les datations ^{14}C effectuées sur des charbons (à l'exception d'un échantillon osseux en B6) provenant des carrés B5, B6 et F8 (Figure 90) donnent des âges cohérents avec la stratigraphie (Tableau 30 p.180).

Le niveau archéologique supérieur (1a, 1b et 1c), contenant des fragments de poteries et des outils lithiques polis, remanié vers son sommet, a donné des âges compris entre 700 et 3 000 ans BP environ, au sommet du carré B5.

L'ensemble archéologique sous-jacent, correspondant à la phase « Keplek » (niveaux 2, 3 et 4), s'étend de 4 500 à 8 800 ans BP environ dans les carrés F8 et B6.

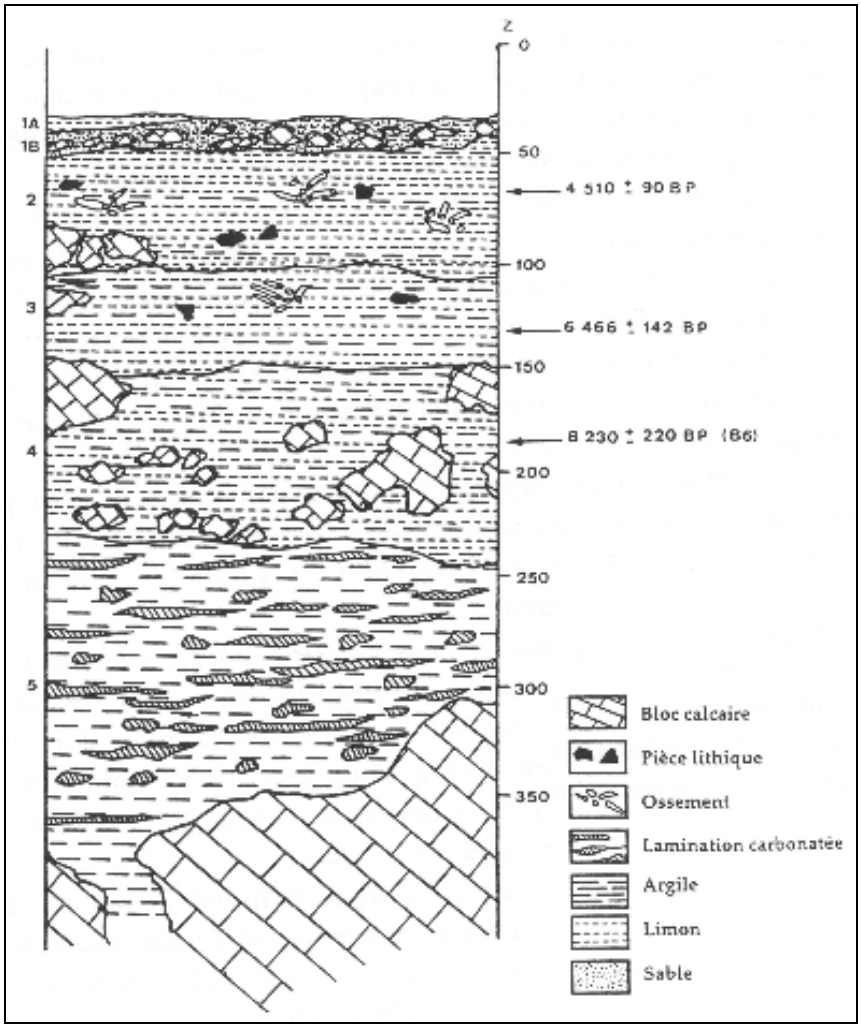


Figure 91. Stratigraphie synthétique de Song Keplek (Forestier, 1998 d'après F. Sémah et H.T. Simanjuntak)

Enfin, deux dates bien plus anciennes (15 880 ± 540 et 21 380 ± 360 ans BP) ont été obtenues pour des échantillons provenant de la couche 5 (correspondant certainement à la phase « Tabuhan ») dans le carré B6 où la fouille a atteint sa plus grande profondeur (supérieure à 5 m en 2000).

Tableau 30. Datations absolues (^{14}C) effectuées à Song Keplek (Simanjuntak, 2002)

Carré de fouille	Profondeur (/ surface)	Date (années BP)	Référence (laboratoire)	Echantillon	Contexte archéologique
B5	3 - 7 cm	790 ± 100	P3G 1998	Charbon	Poteries, haches polies, éclats
B5	5 - 16 cm	1940 ± 120	P3G 1998	Charbon	Poteries, haches polies, éclats
B5	18 - 30 cm	3260 ± 110	P3G 1998	Charbon	Poteries, haches polies, éclats
F8	10 - 18 cm	4510 ± 90	Beta 69689	Charbon	Outils lithiques et osseux
F8	85 cm	6466 ± 142	Batan 1996	Charbon	Outils lithiques, faune
LU2	80 - 92 cm	5900 ± 180	P3G 1996	Charbon	Sépulture, faune
H9	106 - 115 cm	7020 ± 180	P3G 1999	Charbon	Sépulture, faune
B6	113 - 114 cm	7580 ± 210	P3G 1996	Charbon	Outils lithiques, faune
B6	160 - 164 cm	8230 ± 220	P3G 1996	Charbon	Outils lithiques, faune
B6	188 cm	8870 ± 210	P3G 1998	Charbon	Accumulation de galets
B6	260 - 270 cm	15880 ± 540	P3G 1998	Os	Outils lithiques, faune
B6	489 cm	21380 ± 360	P3G 1999	Charbon	Concentration de restes fauniques

Deux datations ont été effectuées hors des carrés B5, B6 et F8. Il s'agit de la datation de charbons découverts dans la structure des deux sépultures, dans les carrés LU2 et I/H9 (Figure 90). Comme nous l'avons déjà souligné pour les sépultures mises au jour dans d'autres sites et précédemment décrites, ces datations doivent être considérées avec beaucoup de prudence. L'âge de chacune des deux sépultures sera discuté plus en détail ci-dessous mais l'analyse du corpus de dates disponible pour l'ensemble du site permet d'ores et déjà d'avancer les points suivants :

- Les deux individus humains ont vraisemblablement été inhumés pendant la période « Keplek », plus précisément lors du dépôt du niveau archéologique 3, si elles ne sont pas intrusives (dans les deux cas, aucune fosse sépulcrale n'a été mise en évidence) ;
- La seconde sépulture, correspondant à l'individu 5 (SK5) et mise au jour dans les carrés H9 et I9 semble plus ancienne que la première, située en LU2 (individu 4, SK4).

3.4.2.3. Présentation des restes humains fossiles

En tout, les restes de cinq individus humains ont été mis au jour à Song Keplek pendant les fouilles menées de 1992 à 2000. Les trois premiers (SK1, SK2 & SK3) se présentent sous la forme de restes cranio-dentaires isolés alors que le quatrième et le cinquième sont des squelettes complets, découverts en contexte sépulcral.

Les restes fragmentaires des trois premiers *Homo sapiens* fossiles de Song Keplek ont été mis au jour en 1992, dans les carrés de fouille D3 et B6, au sein du niveau 2 correspondant à la fin de la période « Keplek ». Nous avons pu étudier ces ossements et ces dents en septembre 1999, au *Pusat Penelitian Arkeologi* de Jakarta où ils sont conservés.

a. Song Keplek 1

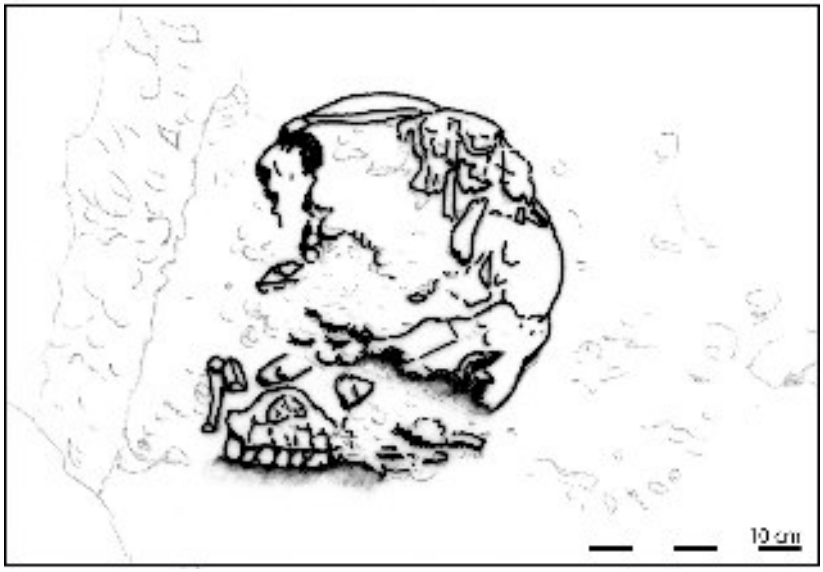


Figure 92. Dessin du crâne fragmentaire Song Keplek 1 *in situ* (dessin d'après cliché photographique du *Pusat Penelitian Arkeologi*)

Conservation

Le premier individu de Song Keplek (SK1) est un crâne incomplet (Figure 92), il est représenté par :

- La partie postérieure de la calotte crânienne : os temporaux gauche et droit, fragments du pariétal droit et de l'occipital ;

- Le maxillaire, très fragmentaire, et une partie des dents supérieures : fragments de la partie basse du maxillaire droit (jusqu'à l'ouverture nasale), toutes les dents supérieures gauches et les trois molaires supérieures droites.

Lors de leur mise au jour, tous ces éléments fragmentaires se trouvaient encore en connexion anatomique, cependant plusieurs os crâniens manquent et aucun autre élément squelettique n'a été découvert à proximité. Il ne s'agit donc vraisemblablement pas d'une sépulture en place.

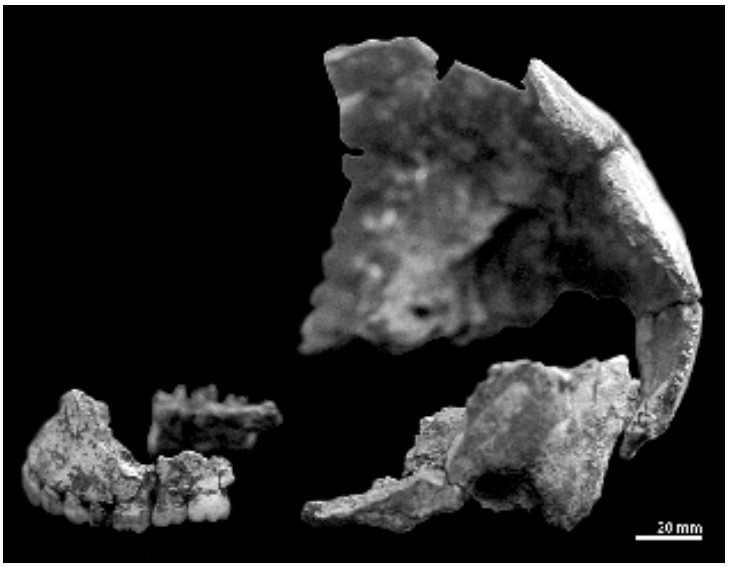


Figure 93. Vue latérale gauche de la totalité des éléments cranio–dentaires de l'individu 1 de Song Keplek (SK1)

Description morphologique et dimensions

Exception faite de l'occipital, les parties conservées et reconstruites de la calotte crânienne offrent peu de caractères morphologiques à observer. L'os pariétal droit est conservé le long de la suture lambdoïde sur une bande de près de 3 cm de large et sur 4,5 cm environ au dessus de l'écaille temporale ; son épaisseur moyenne est de 5 mm sur tous ces fragments. Les temporaux sont moyennement robustes, les apophyses mastoïdiennes sont toutefois bien développées (Figure 93 et Figure 94).

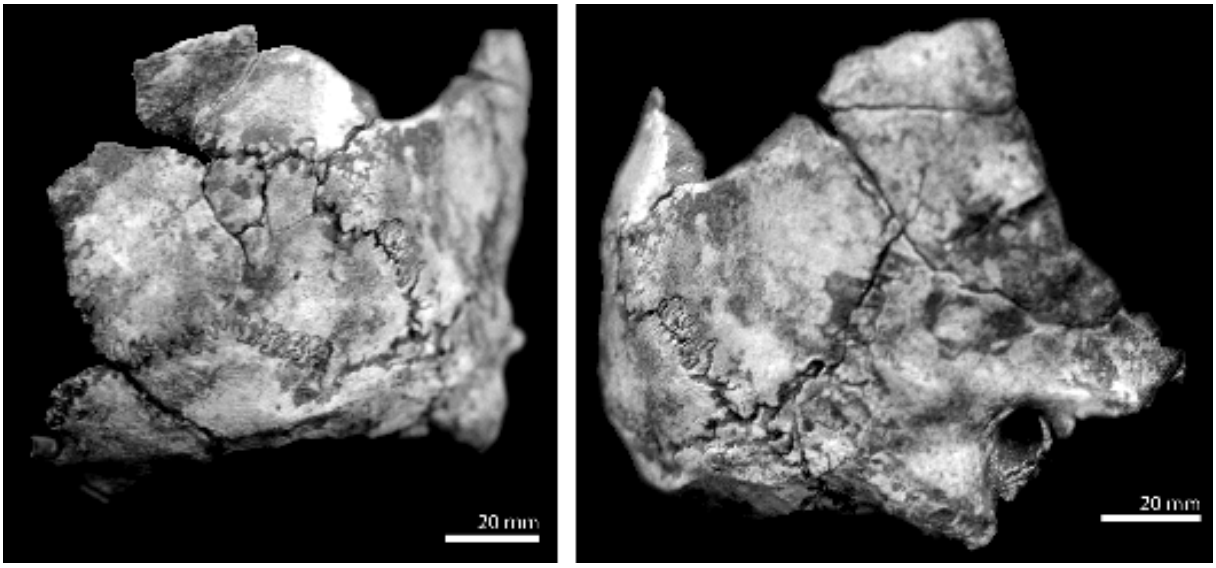


Figure 94. Vues occipitale et latérale droite de la partie postérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de Song Keplek (SK1)

L'os occipital présente une particularité déjà mise en évidence sur la calotte crânienne de l'individu 1 de Braholo : il est en fait constitué d'au moins trois os bien distincts, séparés par des sutures nettement visibles (Figure 94). Le premier os couvre toute la partie basse de l'occipital, pratiquement jusqu'aux lignes nucales suprêmes et sur toute la largeur. La partie haute, des lignes nucales suprêmes jusqu'à la suture lambdoïde, est composée d'un os couvrant les deux-tiers droits de la largeur totale. Les vestiges d'une suture pratiquement synostosée indiquent que cet os devait être initialement composé de deux parties. Le tiers supérieur gauche de l'occipital manque. Cette portion, bordée de sutures, correspond à au moins un os occipital supplémentaire. Le mauvais état de conservation de la surface (externe et interne) de ces os laisse difficilement voir les lignes nucales, qui semblent assez faiblement marquées. Elles sont toutefois accentuées par des reliefs plus développés au centre et de chaque côté, vers les astérions. En vue latérale, le développement de la protubérance occipitale externe est nettement visible. La morphologie générale de cet os occipital composite, tant au niveau de sa forme que du développement des reliefs nucaux internes et externes, ne montre aucune particularité imputable à la présence et au développement simultané de plusieurs os.

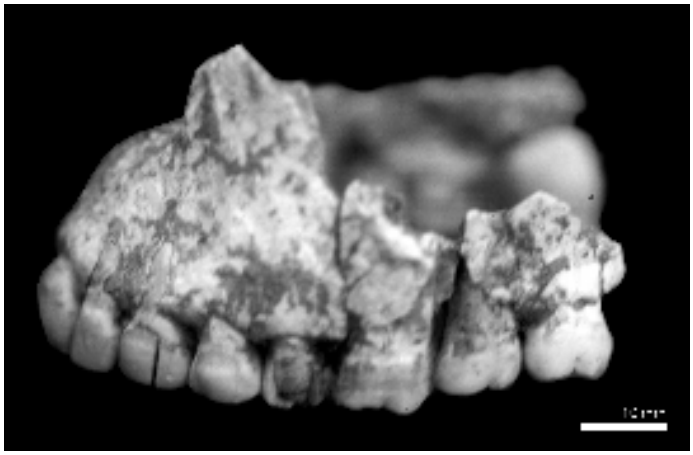


Figure 95. Vue latérale gauche du maxillaire fragmentaire de l'individu 1 de Song Keplek (SK1)

Le maxillaire, quoique très fragmentaire, montre un palais assez profond en vue palatine et une marge nasale lisse en vue antérieure (également visible en vue latérale : Figure 95).

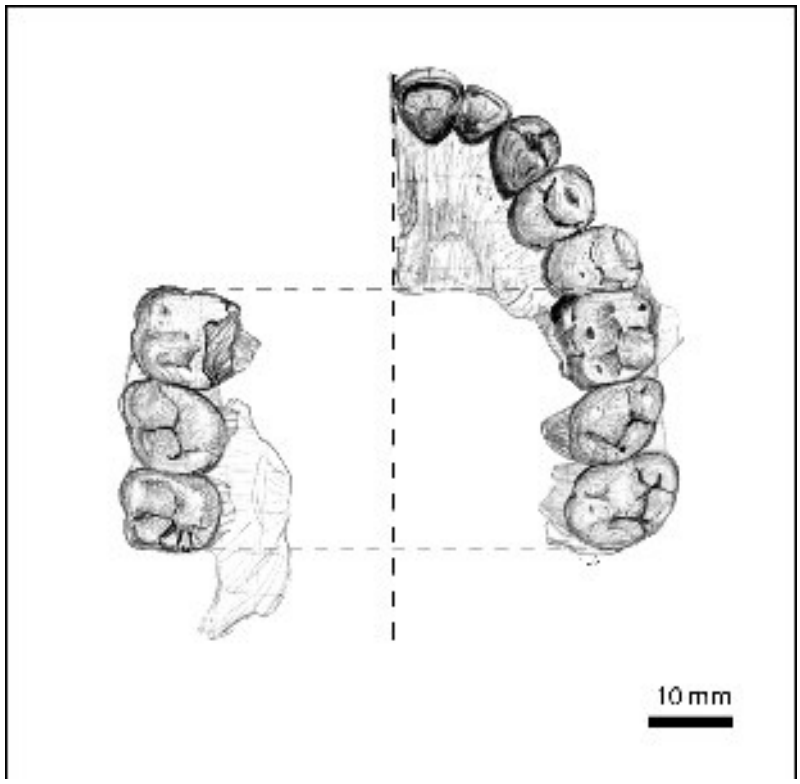


Figure 96. Dents supérieures de l'individu 1 de Song Keplek en vue occlusale

Les dents supérieures (Figure 96), de grandes dimensions (Tableau 31), présentent des reliefs bien marqués (cuspides développés et séparés par de profonds sillons). Les incisives sont en forme de pelle (particulièrement la I^1) et les deux M^1 portent un tubercule de Carabelli en leur coin mésio-lingual, contre le protocône (ce petit tubercule supplémentaire

est particulièrement bien visible du côté gauche, la couronne de la M^1 droite étant brisée en partie). Les M^3 sont d'assez grandes dimensions. L'incisive centrale gauche, et plus encore la canine gauche, portent des marques d'hypoplasie sur leurs faces labiales.

Tableau 31. Dimensions des dents supérieures de l'individu 1 de Song Keplek (SK1)

Song Keplek 1	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I^1	8,9	8	-	-
I^2	6,5	6,2	-	-
C	8,5	8,9	-	-
P^3	8,2	10,8	-	-
P^4	7,4	10,6	-	-
M^1	11,9	13,9	12,1	13,2
M^2	10	13,1	11,8	12,6
M^3	11,4	12,8	11	12,7

Observations sur le sexe et l'âge de SK1

Le développement marqué de l'apophyse mastoïdienne et des reliefs nucaux indiquerait plutôt un individu de sexe masculin. La présence des deux M^3, contrebalancée par une faible usure dentaire et l'absence de synostose des sutures crâniennes, montrent qu'il s'agit vraisemblablement d'un jeune adulte.

b. Song Keplek 2

L'individu 2 de Song Keplek est représenté par de nombreux petits restes crâniens en très mauvais état de conservation (Figure 97). Parmi ces fragments on reconnaît plusieurs morceaux de voûte crânienne, un temporal gauche fragmentaire, un os zygomatique gauche partiel et des petites portions d'un os temporal droit.

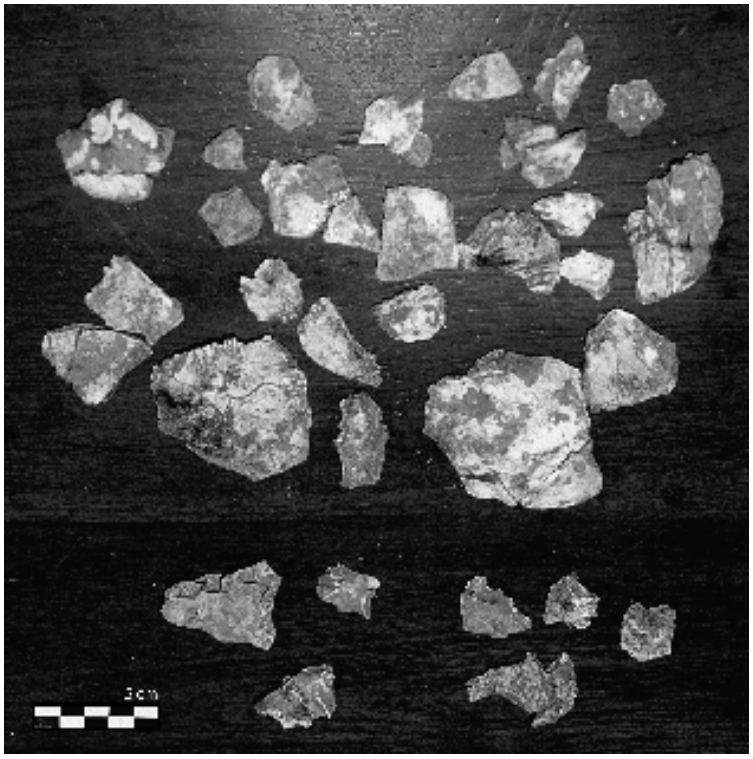


Figure 97. Fragments crâniens de l'individu 2 de Song Keplek (SK2)

Aucun remontage n'a été possible à partir de ces restes osseux. L'os temporal gauche semble être plus robuste que celui de l'individu SK1, alors que l'os zygomatique gauche paraît être de plus petites dimensions. Il n'est pas certain que tous ces ossements appartiennent à un seul individu.

c. Song Keplek 3

L'individu 3 de Song Keplek est représenté par la partie postérieure d'une calotte crânienne : les tiers postérieurs des deux pariétaux et le haut de l'os occipital, de la suture lambdoïde jusqu'à environ 1cm sous les lignes nucales supérieures. Ces os, très fins, sont ceux d'un enfant dont l'âge au décès est vraisemblablement compris entre 5 et 10 ans (aucun caractère ne permet d'affiner la détermination de l'âge de cet individu).

Ce petit crâne, écrasé et brisé taphonomiquement, a été en partie restauré par H. Widianto, mais ses caractéristiques morphologiques et sa forme générale restent difficilement appréciables. On remarque tout de même le net développement des reliefs nucaux, notamment la présence d'un épaississement transversal entre les lignes nucales suprêmes et supérieures, bordé en haut par une petite dépression.

d. Song Keplek 4 (sépulture 1, fléchie)

Position et caractères généraux de la sépulture

Les ossements du quatrième individu de Song Keplek (SK4) ont été mis au jour en 1996, en contexte sépulcral. La sépulture se trouvait dans le carré LU2, très proche de la paroi sud-ouest de la grotte (Figure 90 p.178). Trois niveaux archéologiques principaux ont été reconnus dans ce petit carré de fouille isolé des autres et à l'orientation atypique (2 m² orientés N 160°E). La sépulture se trouvait dans le niveau archéologique 3 corrélée à la phase « Keplek », ce niveau est composé d'argiles brunes riches en silex et restes fauniques (Figure 98).

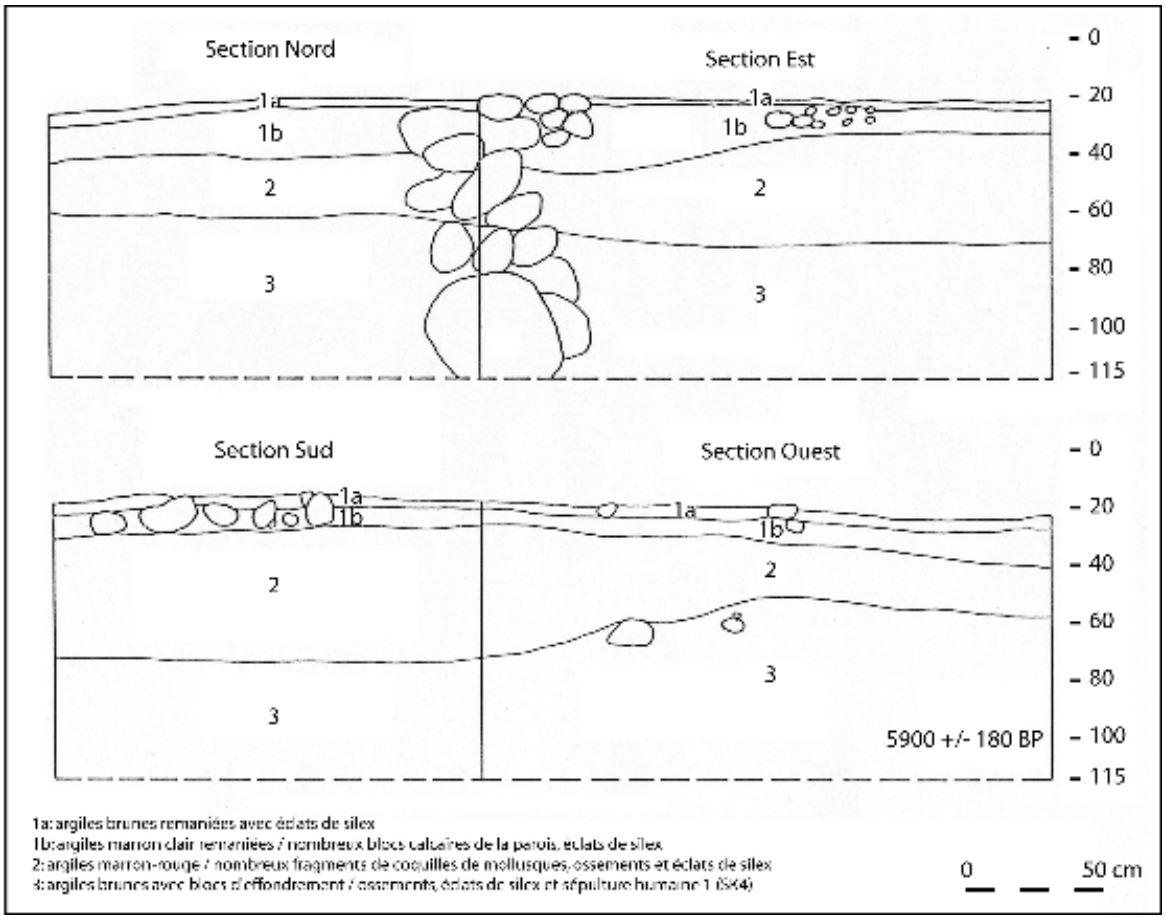


Figure 98. Coupes stratigraphiques du carré de fouille LU2 de Song Keplek où a été mise au jour la première sépulture (individu 4 : SK4), à la base du niveau 3 (*Pusat Penelitian Arkeologi*)

Une datation ^{14}C (*P3G 1996*) effectuée sur des charbons découverts à proximité directe du corps humain a donné un âge de 5900 ± 180 ans BP. Une autre datation (*Batan 1996*) de charbons provenant de ce même niveau archéologique 3, mais dans le carré F8, a donné un âge de 6466 ± 142 ans BP très cohérent avec le premier. Mais ici encore, le problème de la datation directe de l'individu humain se pose puisque aucune fosse sépulcrale n'a été mise en évidence lors de la fouille de ce carré. Par la suite, les observations que nous avons réalisées sur le terrain en 1998 (Figure 99 : la sépulture a été conservée *in situ* pendant un long moment après son moulage final) n'ont pas permis de relever d'éléments indiquant la présence d'une fosse. Considérant que la sépulture pourrait être intrusive et que les probabilités de perturbations stratigraphiques contemporaines ou postérieures à l'inhumation du corps sont fortes, cet âge proche de 6 000 ans BP doit être considéré comme une estimation et non une datation absolue du squelette humain.

Figure 99. Vue d'ensemble du carré LU2 et de la première sépulture mise au jour à Song Keplek (SK4) (le cliché a été pris en 1998, deux ans après la découverte et après le réalisation du dernier moulage, la couleur blanche des ossements est due à l'utilisation d'acétate pour leur protection)

Description de la sépulture

Le corps est en position fléchie, reposant sur le flanc droit (Figure 100). Il est à noter que le squelette ne s'est pas affaissé au cours du temps et qu'il repose toujours sur le côté (le bassin n'a pas pivoté). L'orientation générale du corps est nord-ouest/sud-est, avec la tête au sud-est. Le « regard » est dirigé vers le nord-est.

Les jambes sont pliées : sur le relevé (Figure 100), les genoux ne semblent pas ramenés excessivement vers le haut du corps, ils ne se situent cependant pas dans le même plan que le reste du squelette mais à une altitude relative bien plus élevée (*cf.* Figure 99). Les pieds sont quant à eux remontés au maximum « sous les fesses ».

Les membres supérieurs sont repliés le long du corps. La main gauche devait être posée sur le haut de la poitrine tandis que la main droite, positionnée sous le menton, « tenait » la figure.

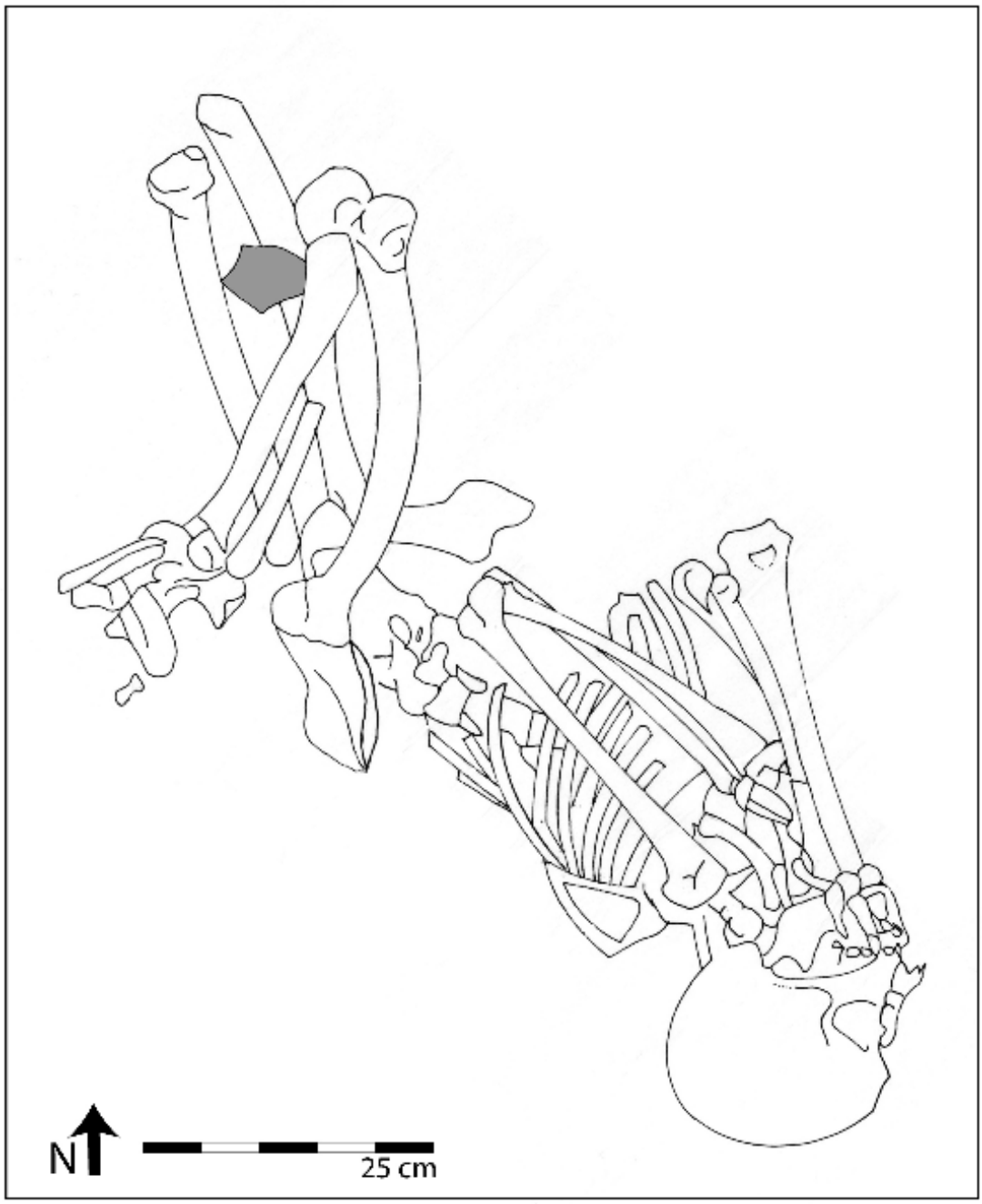


Figure 100. Relevé de la première sépulture de Song Keplek (SK4 : individu 4, relevé : H. Widianto, *Pusat Penelitian Arkeologi*)

Quelques éclats et outils de silex ont été mis au jour tout autour du squelette, notamment un outil sur éclat d'assez grandes dimensions (une dizaine de centimètres) entre les deux genoux. Les restes fauniques (ossements et coquilles de mollusques) sont également assez abondants. Aucun reste faunique complet ou en connexion anatomique n'indique cependant de dépôt intentionnel dans la sépulture.

La position générale de cet individu, fléchie avec l'une des mains ramenée sous le menton, a déjà été décrite à plusieurs reprises pour des sépultures mises au jour en Asie du Sud-Est (van Heekeren, 1972) ou en Australie (Thorne & Macumber, 1972). Cependant, la flexion extrême des membres (inférieurs notamment) et le maintien des connexions anatomiques au cours du temps observés ici pourraient indiquer l'utilisation de liens ou le remplissage dense d'une fosse funéraire.

Description des ossements

Neurocrâne

Restauration du crâne

La quasi-totalité des os crâniens est présente, mais un grand nombre d'entre eux présente des parties endommagées ou déformées et fortement soudées entre elles par des concrétions dans de mauvaises positions anatomiques (*cf.* clichés en *Annexes Song Keplek*). Celles-ci sont parfois trop dures et résistantes pour être enlevées sans risque d'endommager les os crâniens (condyle mandibulaire logé dans la cavité glénoïde droite par exemple). Les principales étapes de la restauration du crâne, effectuée en septembre 2000, ont été les suivantes :

- Nettoyage du temporal droit et recollage de 3 petits morceaux du pariétal, vers la suture pariéto-temporale ;
- Repositionnement de l'occipital selon une meilleure orientation, collage de la partie postérieure du pariétal contre l'occipital ;
- Collage de cet ensemble pariéto-temporal droit contre la partie postérieure du pariétal ;

- Assemblage du maxillaire : ajustement du complexe maxillaire / palatin / temporal, du côté droit ;
- Ajustement par écartement du maxillaire au niveau du nez, les incisives centrales supérieures restent trop écartées mais il est impossible d'effectuer un meilleur ajustement sans risque de briser l'ensemble ;
- Ajustement du zygomatique droit contre le maxillaire, le processus zygomatique du frontal et le processus zygomatique du temporal sont bien positionnés ;
- Recollage de 3 petits fragments du pariétal droit (petits morceaux complètement brisés / déformés mais fixés par des concrétions au morceau postérieur le plus grand du pariétal droit) ;
- Petit fragment de pariétal gauche rajouté (il se loge exactement dans son emplacement) ;
- Le quart postéro-inférieur du pariétal gauche ne peut être redressé convenablement, il est fortement soudé par les concrétions dans une mauvaise position anatomique. Il en va de même pour la partie basse sagittale du frontal (à la glabelle).

Description morphologique du crâne

Vue latérale (Figure 101 et Figure 102 p.194)

La forme du frontal en vue latérale est tout à fait particulière : l'écaille frontale est sub-verticale dans sa partie basse, jusqu'aux bosses frontales formant des convexités marquées (env. 38 mm en corde du nasion au sommet des bosses) puis elle devient très fuyante vers l'arrière, jusqu'au bregma (sur env. 73 mm en corde, du sommet des bosses frontales au bregma).

Vers l'avant du frontal, la saillie de la glabelle est délicate à estimer car elle est fracturée mais elle devait certainement être proéminente. En effet, la convexité vers l'avant de la région glabellaire est marquée des deux côtés jusqu'à cette fracture, on ne remarque pas de méplat ou de concavité sagittale (le côté gauche est intact jusqu'à quelques millimètres seulement du plan sagittal).

De chaque côté, les lignes temporales sont très légèrement marquées sur le frontal puis deviennent à peine visibles le long des pariétaux. Les lignes temporales supérieures et inférieures se terminent toutes deux par de légers reliefs supra-mastoïdiens, surtout visibles du côté gauche.

La zone de suture entre l'os frontal et les bords antérieurs des pariétaux se caractérisent pas la présence d'un carène coronale. L'éminence bregmatique, nettement développée, se poursuit de part et d'autre du plan sagittal par un net épaississement de la zone suturale, jusqu'à environ 20 mm au dessus des lignes temporales (supra-stéphanions). L'arrière de cette carène coronale est bordé par une large bande transversale légèrement concave qui s'étend jusqu'aux bosses pariétales (cette bande, parallèle à la suture coronale et mesurant 30 à 35 mm de largeur est bien visible sur les vues latérales, Figure 101 p.194 et Figure 102 p.194, et sur la vue supérieure du crâne, Figure 103 p.195).

Le contour de la partie postérieure du crâne est très arrondi. En effet, les pariétaux sont très convexes d'avant en arrière et l'occipital est très peu anguleux. Seul un léger méplat du tiers postérieur des pariétaux (visible sur les deux vues latérales) atténue cet arrondissement de l'arrière du crâne.

Figure 101. Vue latérale gauche du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

Figure 102. Vue latérale droite du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

Figure 103. Vue supérieure du crâne de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

Figure 104. Vue inférieure du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

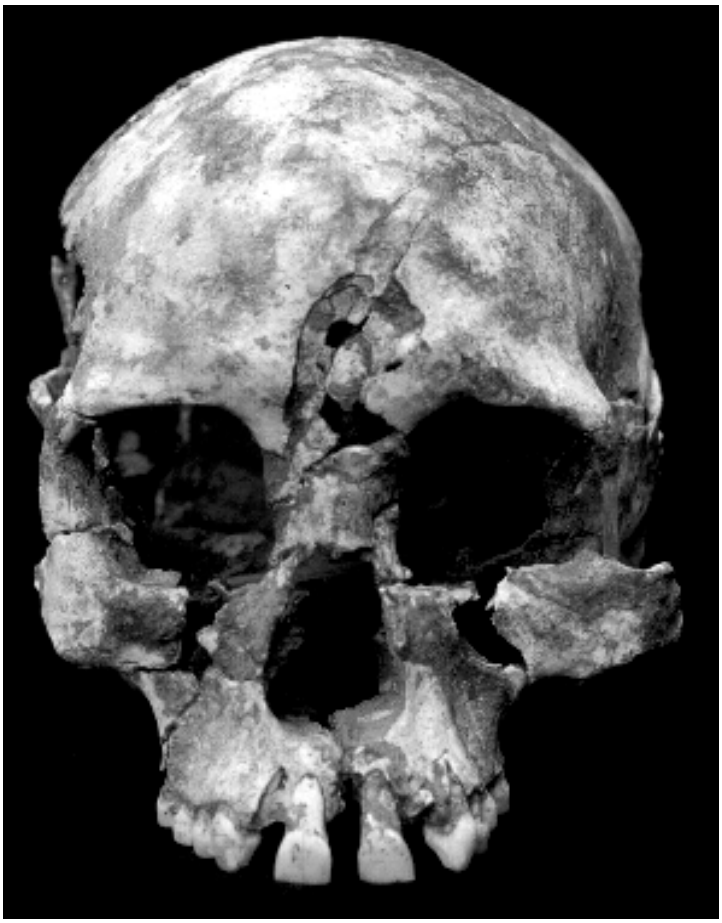


Figure 105. Vue antérieure du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

Figure 106. Vue postérieure du crâne de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 (sans échelle, dimensions : Tableau 32)

Vue supérieure (Figure 103 p.195)

En vue supérieure, le contour général du crâne est bursoïde à sphénoïde, se caractérisant par un fort rétrécissement post-orbitaire et des bosses pariétales marquées et situées en position avancée.

Les arcades supra-ciliaires et la région glabellaire (en partie endommagée) sont nettement plus saillantes que les portions latérales du complexe supra-orbitaire (trigones). Les trigones, quoique graciles, sont assez développés latéralement. Plus haut sur l'écaille, on distingue nettement deux bosses frontales sur cette vue.

De chaque côté, les arcades zygomatiques sont écartées des parois crâniennes, donnant une phénozygie assez marquée. Celle-ci peut toutefois être légèrement exagérée par la reconstruction des arcades (en particulier du côté gauche, *cf.* vue inférieure : Figure 104 p.195).

D'une manière générale, les sutures ne sont pas synostosées (cependant, la synchondrose sphéno-occipitale ne peut pas être observée, voir description de la base crânienne ci-dessous). Les sutures coronale et sagittale sont nettement visibles en vue supérieure.

Vue inférieure : base du crâne (Figure 104 p.195)

La base crânienne, assez mal conservée, est très concrétionnée et plusieurs parties manquent à la reconstruction. La partie basale des os temporaux est cependant relativement bien préservée, malgré l'érosion de l'apophyse mastoïdienne du côté gauche. Quelques caractères peuvent être relevés (Figure 107 p.198) :

1. l'angle pétro-tympanique est très ouvert (pratiquement à 180°),
2. l'orientation du grand axe de l'orifice du canal carotidien n'est pas oblique en direction du plan sagittal (ce qui est plus souvent le cas chez les *Homo sapiens*) mais il est quasi-perpendiculaire à cet axe habituel,
3. l'apophyse mastoïdienne est bien développée, bien individualisée, elle présente latéralement des reliefs supra-mastoïdiens légers mais nettement visibles,
4. vers l'avant enfin, l'écartement des apophyses zygomatiques du temporal est prononcé, délimitant de larges fosses temporales de chaque côté du crâne.

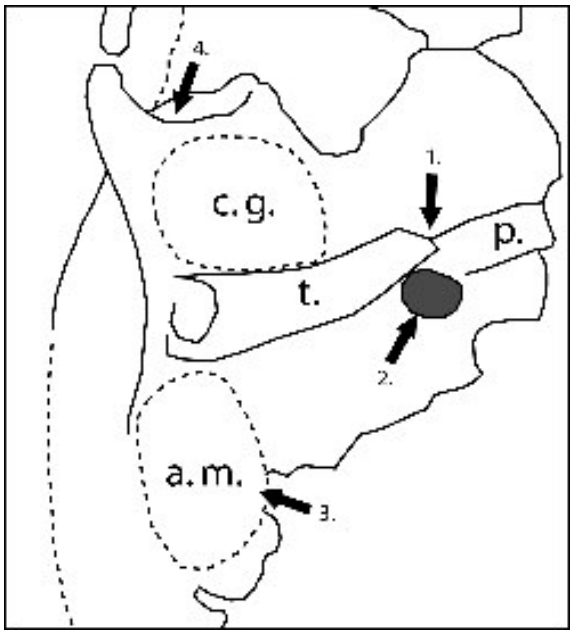


Figure 107. Schéma de la base de l'os temporal droit du crâne de l'individu 4 de Song Keplek (c.g. = cavité glénoïde ; a.m. = apophyse mastoïdienne ; t. = tympanique ; p. = pétreux ; en noir = canal carotidien ; les chiffres renvoient aux descriptions ci-dessus)

La partie antérieure de la base est particulièrement fragmentaire et concrétionnée, l'état d'ossification de la synchondrose sphéno-occipitale n'est pas observable. Ce critère ne peut donc pas être utilisé pour indiquer l'âge relatif (maturation osseuse) de cet individu au décès.

Vue antérieure (Figure 105 p.196)

Le rétrécissement post-orbitaire est nettement visible, en arrière des trigones supra-orbitaires fins mais longs de chaque côté. Les arcades supra-ciliaires sont fines et bien délimitées, elles s'étendent peu latéralement mais tendent à être fusionnées sagittalement avec la proéminence glabellaire. Cette large zone, nettement convexe vers l'avant, est prolongée vers le bas par des os nasaux larges formant un espace inter-orbitaire important. Le bord supérieur des orbites est fin, rectiligne et horizontal.

Le long de l'axe sagittal de l'écaille frontale se trouve une carène frontale discrète, depuis le niveau des deux bosses frontales (en fait juste au-dessus des fractures dans la zone glabellaire) jusqu'à environ 18 mm en avant du bregma, où elle s'estompe et disparaît.

Vue postérieure (Figure 106 p.196)

La forme générale du crâne en vue postérieure est classique pour un *Homo sapiens* anatomiquement moderne. Les parois latérales des pariétaux sont légèrement divergentes vers le haut (le côté gauche est toutefois endommagé) et les bosses pariétales sont bien individualisées. Le sommet du crâne est arrondi, les parois supérieures des pariétaux ne forment pas d'angle marqué, il n'y a pas de carène sagittale. Au contraire, à partir d'une trentaine de millimètres en arrière du bregma, se trouve une gouttière sagittale de plus en plus large vers l'arrière, jusqu'à la fracture des pariétaux (env. 35 mm en avant du lambda).

Dans l'ensemble, l'os occipital est très gracile. Les lignes nucales suprêmes et supérieures, faiblement marquées, se rejoignent pratiquement à la protubérance occipitale externe. Celle-ci est bien visible mais n'est pas en relief, elle est logée dans une petite concavité au centre des reliefs occipitaux droits et gauches. La crête occipitale est visible mais discontinue. En vue latérale gauche (le côté droit est brisé et fortement concrétionné), les lignes nucales faiblement marquées se prolongent pour aller former un relief discret vers l'astérion.

Tableau 32. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 4 de Song Keplek ;
L. = longueur ; l. = largeur ; h. = hauteur ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées ; toutes les mesures ont été relevées du côté gauche, sauf indication

Crâne SK4	
L. glabelle-opisthocranion	167
l. bi-pariétale maximale	130
l. bi-zygomatique	(127)
l. frontale minimale	94,5
l. bi-fronto-malaire (orbital)	100
l. bi-astérionique	112,5
l. bi-auriculaire	114
h. nasion-prosthion	54,7
h. nasion-nasospinal	48,7
l. de l'ouverture nasale	26
h. de l'orbite (à droite)	35,5
l. de l'orbite (à droite)	39
l. inter-orbitaire	23,8
h. mastoïde (à droite)	24
Corde nasion-bregma	102,2
Corde bregma-lambda	111,8
Corde lambda-opisthion	92
Corde basion-nasion	92
Corde basion-bregma	127
Corde basion-prosthion	92

Face

Face supérieure

Le plan antérieur des zygomatiques est dirigé vers le bas et l'extérieur : du côté droit où il est bien conservé, il est légèrement oblique en vue supérieure (le bord extérieur est plus postérieur) et en vue latérale (le bord inférieur est plus postérieur que le bord orbitaire). En revanche, le plan latéral est légèrement oblique vers le haut (Figure 105 p.196) : le bord inférieur est plus externe que la partie haute (vers le processus frontal du zygomatique).

Le plan du processus frontal du zygomatique droit est large et nettement oblique vers l'arrière (≥ 45° vers l'arrière par rapport au plan frontal : Figure 102 p.194). En vue de face, le bord inférieur du zygomatique (en fait composé presque uniquement du processus zygomatique du maxillaire) est sub-horizontal. Le long de ce bord, la suture zygomatico-maxillaire forme un bourrelet proéminent vers le bas et, en allant vers les dents, la portion alvéolaire des maxillaires présente un prognathisme latéral bien visible (Figure 105 p.196).

Vues de face, les orbites sont hautes et carrées, les coins latéraux supérieurs et inférieurs sont cependant largement ouverts mais nettement en arrière du plan frontal.

Les os nasaux sont larges et pincés, ils forment une arête sagittale aiguë et saillante. De même, le processus naso-maxillaire du frontal est large, donnant ainsi une largeur inter-orbitaire très importante (Figure 105 p.196). Vu de face, le rétrécissement post-orbitaire est bien marqué, délimitant des trigones peu épais mais assez larges (d'avant en arrière) et longs, tombant vers l'extérieur.

La face est d'une manière générale très prognathe. En vue latérale (Figure 101 et Figure 102 p.194), le prognathisme alvéolaire est particulièrement marqué, bien qu'il soit vraisemblablement légèrement exagéré par notre reconstruction (au niveau de la projection des dents surtout car tous les éléments osseux du frontal à la base en passant par le maxillaire ont pu être remis en connexion anatomique quasi-parfaite). Toujours en vue latérale, les os nasaux sont très courbés (angle d'environ 130 à 135° dans le plan sagittal) donnant une projection assez forte de la face moyenne sous l'os frontal.

Lorsque le crâne est orienté selon le plan de Francfort, le bord alvéolaire du maxillaire remonte fortement d'avant en arrière.

Le palais est très profond (Figure 104 p.195). On constate un net épaississement alvéolaire vers l'intérieur et, de chaque côté, un net sillon sépare le plan central horizontal du palais des bords alvéolaires. Ce sillon est visible depuis le niveau des M^3 jusqu'à celui des canines. En revanche, la transition avec le bord alvéolaire antérieur (partie correspondant aux incisives) est coninue et régulière, formant un angle très largement ouvert. Cette dernière observation est à mettre en relation avec le prognathisme alvéolaire antérieur fortement marqué de cet individu.

Mandibule

Les dimensions de cette mandibule sont réduites (Tableau 9 p.91) et sa morphologie générale est plutôt gracile, mais les dents sont grosses. L'implantation de celles-ci est ainsi perturbée par un manque d'espace sur l'arcade, il n'y a aucun espace rétro-molaire et les dents antérieures se chevauchent (canines et incisives : *cf.* vue occlusale Figure 108 p.202).

En vue latérale, les branches montantes sont assez basses et étroites, obliques vers l'arrière et l'échancrure sigmoïde est assez profonde. L'éversion des gonions est légère et les reliefs des insertions musculaires sont fins et peu marqués. L'angle entre le corps mandibulaire et la branche montante est assez ouvert mais on note l'absence de bascule puisqu'un petit renflement vers le bas est présent (ce n'est pas une « *Rocker jaw* »).

Dans l'ensemble, le corps mandibulaire est bas, il est toutefois plus haut vers l'avant de la mandibule. Le menton est marqué mais reste assez discret : il est bien visible en vue latérale mais de face le trigone mentonnier est très légèrement marqué. Le foramen mentonnier est situé sous la P_4 (environ 11 mm sous le plan alvéolaire). Les lignes obliques externes sont très discrètes et peu épaisses (espace latéral réduit au niveau des molaires).

En vue supérieure, cette mandibule est assez peu ouverte et la forme de l'arcade est plutôt en « V » (la largeur antérieure de l'arcade est réduite et les dents manquent d'espace). La face linguale du corps est gracile, on remarque l'absence de planum alvéolaire et une épine mentonnière très discrète.

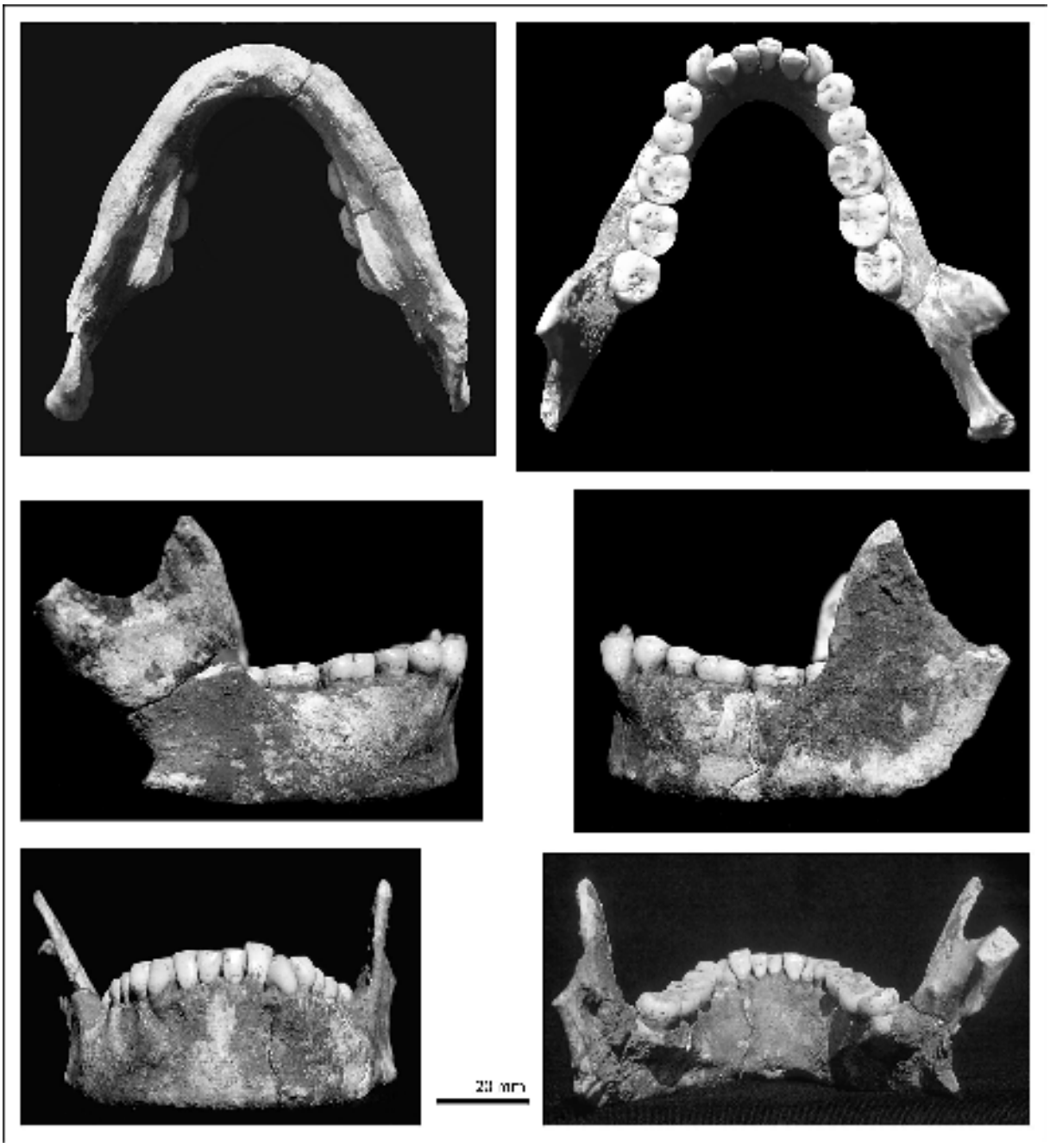


Figure 108. Mandibule de l'individu 4 de Song Keplek après la reconstruction de 2000 : vues inférieure, occlusale, latérale droite, latérale gauche, antérieure et postérieure

Vue de face, la mandibule est dissymétrique : la branche montante droite est nettement plus divergente que la branche gauche, et il ne s'agit apparemment pas d'un artefact de reconstruction : tous les éléments sont parfaitement ajustés et on peut remarquer que la base du ramus droit, non fracturée, est déjà plus divergente que son homologue gauche. De chaque côté, le bord antérieur de l'apophyse coronoïde est fin et aigu.

Enfin, le bord inférieur du corps mandibulaire est mousse mais relativement étroit sur toute la partie antérieure de l'arcade, jusqu'au niveau des M_3 où il devient fin, sub-aigu.

Tableau 33. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 4 de Song Keplek ;
l. = largeur ; L. = longueur ; les (Mx) renvoient aux numérotations de Martin & Saller, 1957 ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Mandibule	G	D
l. bi - condylienne (M65)	(112)	
l. bi - goniaque (M66)	(93)	
l. bi - coronoïde	98	
L. totale (M68-1)	(90)	
L. du corps	(69)	
l. branche montante (M71a)	35	-
Hauteurs du corps		
Symphyse (M69)	27,5	
P_3/P_4	26,9	-
P_4/M_1	25,8	-
M_1/M_2 (M69-2)	23,6	-
Epaisseurs du corps		
Symphyse	12	
C/P_3	11,9	-
P_3/P_4	10,9	-
P_4/M_1	11,2	-
M_1/M_2	13,2	-
M_2/M_3	15,9	-

Description des dents

Les dents supérieures (Figure 109) et inférieures (vue occlusale de la mandibule : Figure 108 p.202) sont très bien conservées, seules manquent les deux I^2, perdues *post-mortem* (aucun signe de résorption alvéolaire n'est visible).

Toutes les dents présentent de fortes dimensions (tableau). Les incisives sont toutes nettement en forme de pelle. Les troisièmes molaires supérieures sont réduites alors que les inférieures sont grosses et présentent une surface occlusale marquée de nombreuses crénulations.

Le stade d'usure est assez avancé : stade E à F (ref bib) pour les dents supérieures et inférieures pouvant indiquer un âge individuel d'une trentaine d'années environ.

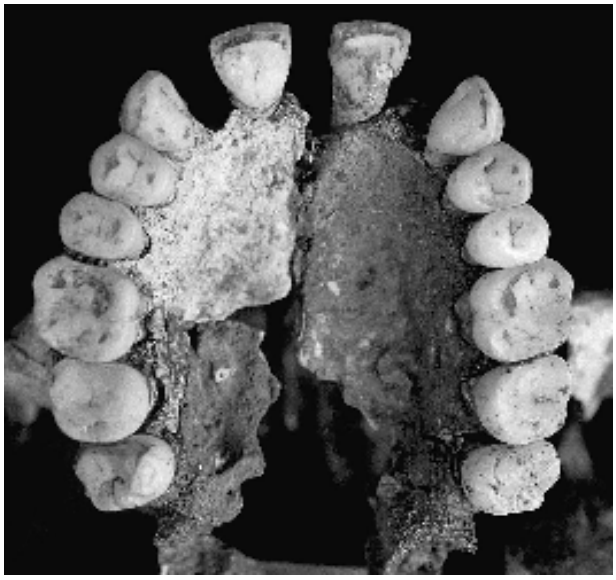


Figure 109. Dents supérieures de l'individu 4 de Song Keplek, vue occlusale (sans échelle, dimensions : Tableau 34)

Tableau 34. Dimensions en mm des dents de l'individu 4 de Song Keplek

SK4	Dents supérieures			
	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I^1	9,4	8,3	9,6	8,1
I^2	-	-	-	-
C	9,3	9,7	8,4	9,7
P^3	8	10,3	7,9	10,4
P^4	7	10	7	10,1
M^1	11,9	12,3	11,6	13
M^2	11	12	10,2	12,3
M^3	9,2	12,5	9,4	12,6

SK4	Dents inférieures			
	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	6,4	6,6	5,8	6,7
I_2	6,7	7,3	6,5	7,2
C	7,8	8,6	7,9	8,3
P_3	8,5	9,3	8,4	9,5
P_4	7,9	9,5	7,9	9,5
M_1	12,3	12,5	12,8	12,2
M_2	12	11,2	12	11,5
M_3	12,2	11	12,2	10,8

Observations sur le sexe et l'âge de SK4

L'usure des dents inférieures (stade E à F) et supérieures (stade E à F) de cet individu nous permet de proposer un âge au décès d'une trentaine d'années.

Le crâne et la mandibule présentent de faibles dimensions générales ; les bosses frontales et pariétales sont nettement individualisées, les apophyses mastoïdiennes relativement fines (quoique assez hautes), les zygomatiques bas et peu robustes ; les gonions sont graciles et non éversés.

L'ensemble de ces caractères indiquent un individu féminin. Les parties les mieux préservées du pelvis, gracile et de petite taille, semblent confirmer cette hypothèse.

e. Song Keplek 5 (sépulture 2, étendue)

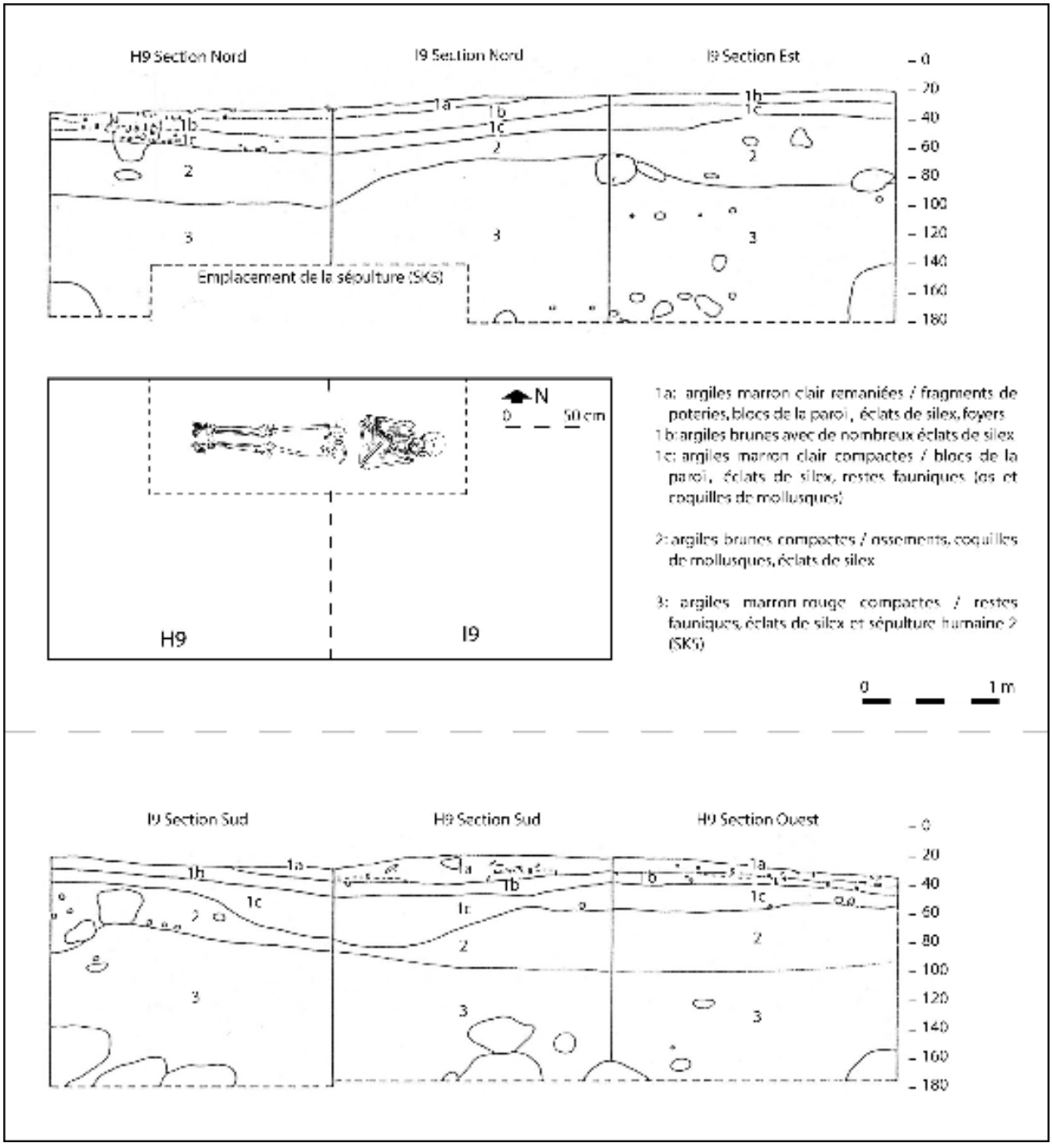

H9 Section Nord
I9 Section Nord
I9 Section Est
Emplacement de la sépulture (SK5)
N
0 50 cm
H9
I9
1a: argiles marron clair remaniées / fragments de poteries, blocs de la paroi, éclats de silex, foyers
1b: argiles brunes avec de nombreux éclats de silex
1c: argiles marron clair compactes / blocs de la paroi, éclats de silex, restes fauniques (os et coquilles de mollusques)
2: argiles brunes compactes / ossements, coquilles de mollusques, éclats de silex
3: argiles marron rouge compactes / restes fauniques, éclats de silex et sépulture humaine ? (SK5)
0 1 m
I9 Section Sud
H9 Section Sud
H9 Section Ouest
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180

Figure 110. Coupes stratigraphiques et vue supérieure des carrés de fouille H9 et I9 de Song Keplek montrant l'emplacement de la seconde sépulture (individu 5 : SK5) mise au jour dans le niveau 3 (coupes : *Pusat Penelitian Arkeologi*)

Position et caractères généraux de la sépulture

Les ossements du cinquième individu de Song Keplek (SK5) ont été mis au jour en 1998, en contexte sépulcral. La sépulture se trouvait dans les carrés H9 et I9 (Figure 110). De même que dans le carré LU2 où a été mise au jour la première sépulture, trois niveaux archéologiques principaux ont été reconnus dans ce double carré orienté est-ouest. La sépulture se trouvait également dans le niveau archéologique 3 corrélé à la phase « Keplek », mais à une profondeur un peu plus importante dans ce niveau que l'individu 4.

La datation ^{14}C d'un charbon trouvé avec le squelette à donné un âge de 7 020 ± 180 ans BP. Cette sépulture paraît donc sensiblement plus ancienne que la première, même s'il convient de rester prudent sur ces datations indirectes.

Avant toute chose, précisons que cette sépulture n'a pas été complètement démontée : après avoir été moulée *in situ*, elle a été prélevée « en bloc » en 2000 et est depuis conservée en l'état dans les collections de Punung. Cette précision est importante car nous ne savons pas encore si d'éventuels éléments se trouvent immédiatement sous le squelette et nous n'avons pas pu étudier ni mesurer cet individu en détail : seules les parties découvertes de la face et des os post-crâniens sont accessibles.

Description de la sépulture

Il s'agit d'une sépulture primaire, le squelette est complet et en connexion anatomique quasi-parfaite (Figure 111 p.207). Le corps est en position étendue, orienté est-ouest avec la tête à l'est.

Les jambes sont étendues et les bras repliés sur le thorax, amenant les poignets au niveau du sternum : main droite « sur le cœur » et main gauche du côté opposé, un peu plus bas. La tête est nettement surélevée par rapport au niveau général de base du squelette, le « regard » du mort était donc dirigé vers ses pieds, en direction de l'ouest. La tête a légèrement pivoté vers son côté gauche ; malheureusement, nous ne connaissons pas la nature exacte du « coussin » mortuaire, mais il s'agit vraisemblablement d'un simple monticule de terre (*cf.* cliché de la sépulture en vue latérale en *Annexes Song Keplek*).

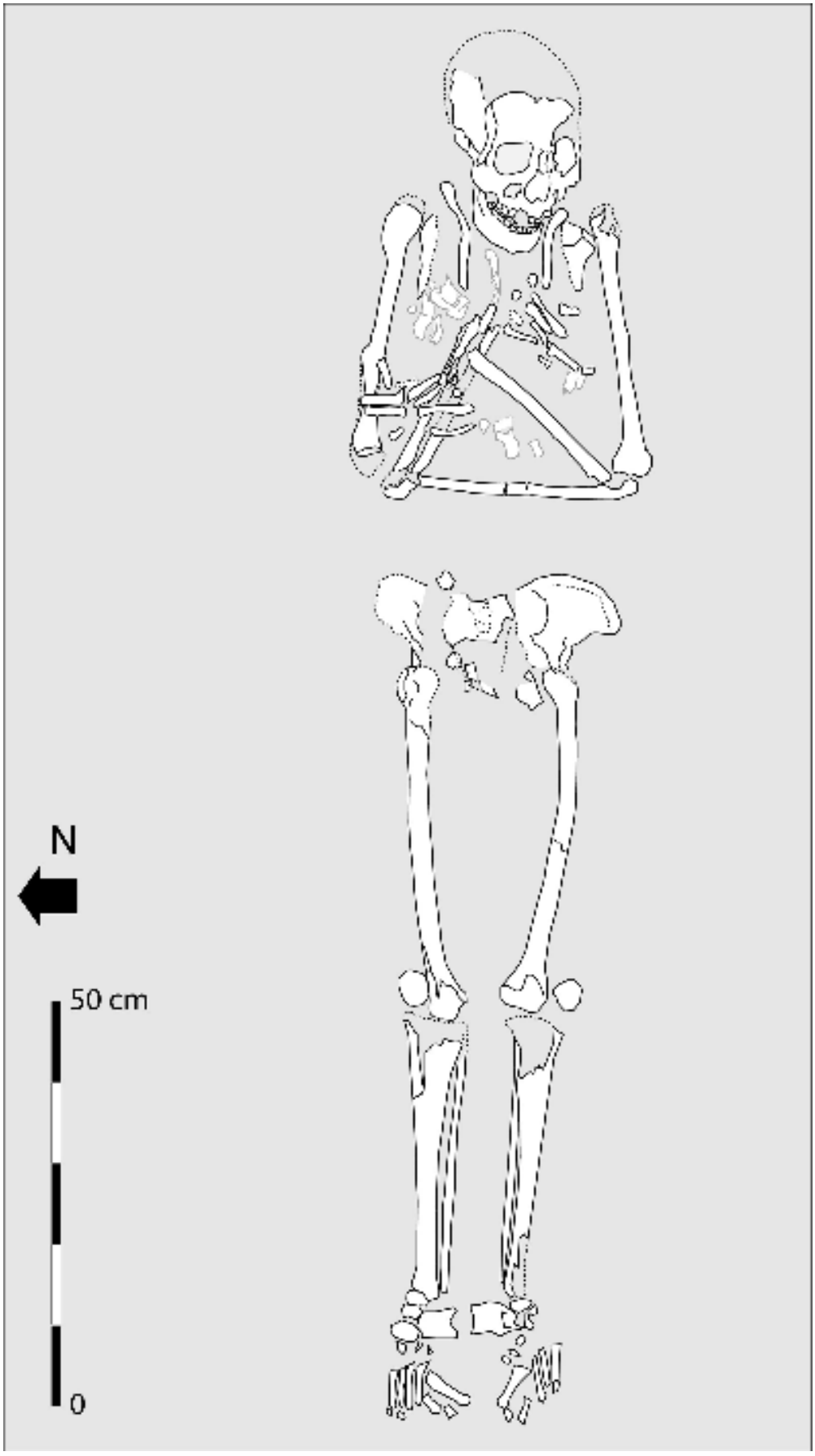


Figure 111. Relevé de la seconde sépulture de Song Keplek, individu 5 (SK5) ;
traits noirs & fond blanc : ossements humains ; traits gris & fond blanc : faune

Les déplacements *post-mortem* des ossements sont très significatifs :

Les deux clavicules ont subi une rotation à 90°, les positionnant à la base du cou et parallèlement à l'axe du corps. L'ulna gauche a glissé en direction du pelvis jusqu'à se retrouver à la perpendiculaire de l'axe du corps, formant un angle de 40° avec le radius resté en place (l'épiphyse proximale de l'ulna est toujours en connexion avec l'humérus). L'humérus gauche et les deux fémurs ont subi une rotation de 90° selon leur grand axe. Des deux côtés, les patellas sont tombées vers l'extérieur et, à l'inverse, les calcanéums et les métatarsiens ont pivoté en direction de l'axe médial du corps. Tous ces déplacements indiquent des vides partiels ou un remplissage peu dense sur le corps du défunt.

Aucune fosse n'a été mise en évidence à la fouille, et pourtant des effets de paroi sont nettement visibles de part et d'autre du corps. De chaque côté, on peut suivre aisément l'alignement du cinquième métatarsien, du tibia, de la patella et de la partie proximale du fémur. Le haut du corps est plus délicat à interpréter : le contenant éventuel semble assez lâche au niveau des coudes mais très contraignant au niveau des épaules.

De même, la position et l'état de conservation du pelvis, complètement écrasé et mis à plat, ainsi que les deux pieds en hypertension, indiquent des pressions ou des contraintes locales fortes (charges sur le corps ?).

Peu de mobilier a été mis au jour dans la structure sépulcrale. Quelques pierres ont été relevées au dessus du corps et, lors du nettoyage de la sépulture pour son étude *in situ*, les restes d'une face de macaque portant quelques dents ont été mis en évidence au niveau du cœur, juste sous les doigts de la main droite (en traits gris sur la Figure 111 p. 207).

Description des ossements

Peu d'observations et de prises de mesures ont pu être effectuées sur les ossements du fait de la conservation de la sépulture en bloc, non démontée.

Les parties visibles du crâne et de la face (face supérieure et mandibule) indiquent une morphologie sensiblement différente de celles des autres individus mis au jour dans ce site (Figure 112 p.209). Les reliefs du complexe supra-orbitaire sont très fins et seule la glabelle semble être projetée (cette zone est toutefois endommagée et demanderait à être restaurée). Les orbites sont très hautes avec une marge inférieure fine et assez aiguë, nettement oblique vers l'extérieur. L'écart inter-orbitaire est très large, formé par des os nasaux très plats, non pincés et non courbés en vue latérale. La face paraît moins prognathe (elle est plus plate), plus longue et plus large que celle de Song Keplek 4.

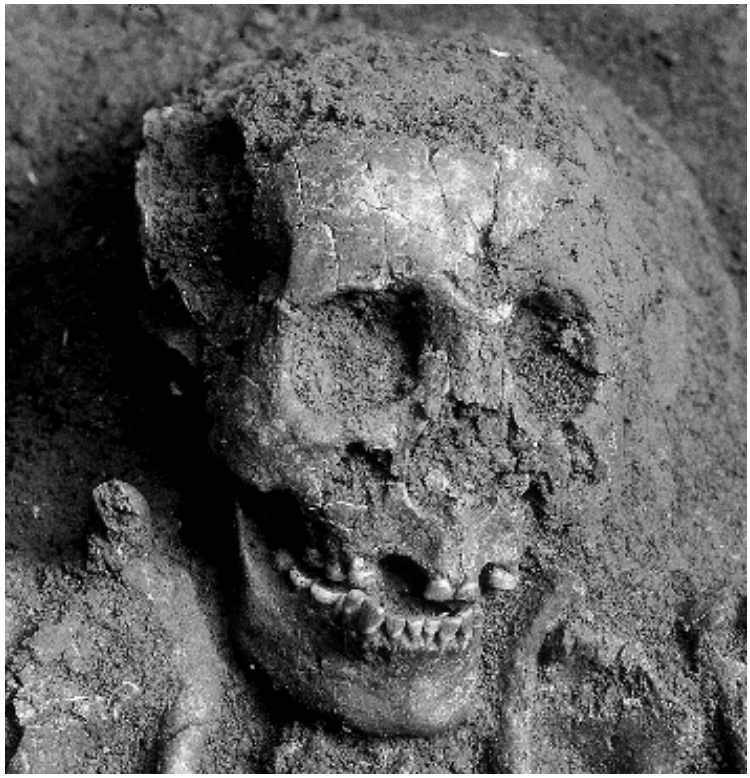


Figure 112. Crâne et face de l'individu 5 de Song Keplek, *in situ* (septembre 2000)

La cavité nasale est délimitée vers l'extérieur par un bord aigu très distinct. En dessous, la partie alvéolaire sagittale du maxillaire n'est pas projetée vers l'avant. De part et d'autre des incisives supérieures centrales, l'absence de prognathisme original est impossible à estimer du fait d'une résorption alvéolaire très importante. En effet, plusieurs dents manquent : I^2, C et P^3 du côté droit ; I^2 et C du côté gauche. Etant donné le bon état sanitaire apparent des autres dents, la résorption quasi-complète de l'os alvéolaire correspondant et l'usure moindre des dents inférieures en vis à vis (C et P_3 droites sont bien visibles sur la Figure 112), ces dents, perdues *ante-mortem*, ont probablement subi des extractions volontaires. L'absence d'usure particulière (produite par une utilisation mécanique précise) des dents dégagées par ces vides supporte l'hypothèse d'extractions rituelles. A notre connaissance, il s'agirait des plus anciennes extractions dentaires rituelles mises en évidence en Indonésie.

La mandibule, peu accessible, présente un trigone mentonnier bien marqué et des lignes obliques externes assez épaisses qui se subdivisent en deux parties vers l'avant dont une formant un épaississement vertical comme sur les mandibules de Braholo 1 et 5.

3.4.3. Song Terus (Punung)

3.4.3.1. Présentation du site

Le site de Song Terus est une grotte traversant de part en part (*terus* signifie « tout droit ») une petite colline de la région de Punung, située à environ 3 km de Song Keplek et quelques mètres de Goa Tabuhan.

La cavité, orientée est-ouest, mesure de 10 à 20 mètres de large pour une centaine de mètres de long (Figure 113). Les deux porches se sont effondrés lors de tremblements de terre. Ainsi, l'entrée située à l'est est aujourd'hui pratiquement bouchée, tandis que l'entrée ouest forme comme un vaste abri-sous-roche dont le sol est par endroits jonché d'énormes blocs tombés de la paroi.

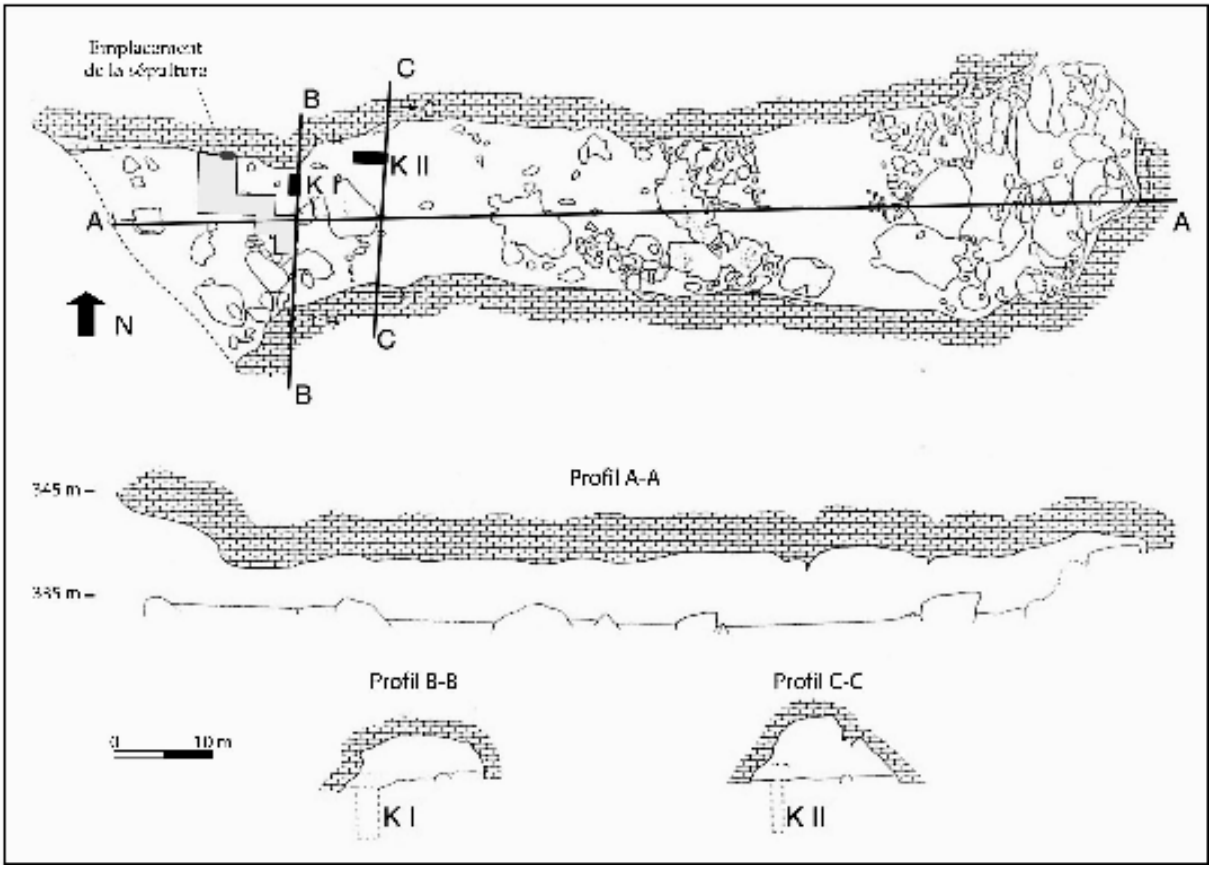


Figure 113. Plan et profils de Song Terus, en noir : sondages KI et KII ; en gris : fouille extensive (modifié de Sémah F. *et al.*, 2002)

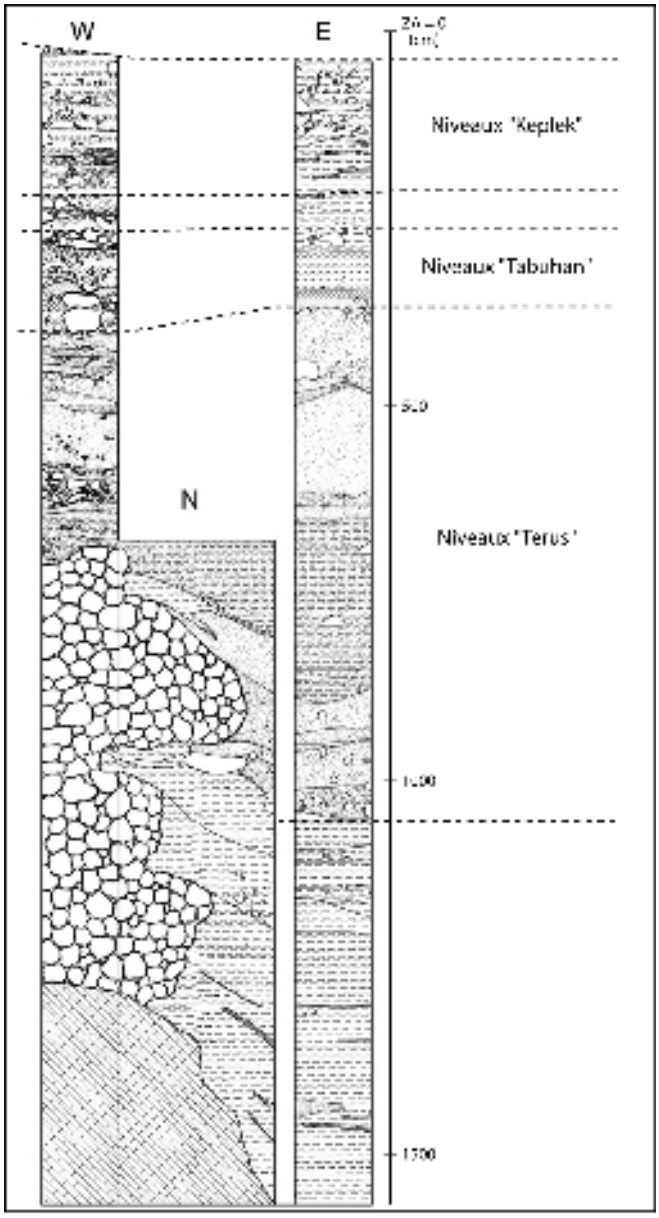


Figure 114. Coupe stratigraphique du sondage KI et position relative des trois niveaux archéologiques (d'après Sémah F. *et al.*, 2002)

Fouillés dans les années 1950 par le Professeur R.P. Soejono, les niveaux archéologiques du remplissage de la grotte étaient considérés d'âge néolithique jusqu'aux travaux entrepris à partir 1994 par F. et A.M. Sémah et H.T. Simanjuntak, dans le cadre de la collaboration franco-indonésienne sur les Montagnes du Sud de Java.

Deux sondages (KI et KII : Figure 113 p.210) ont d'abord été réalisés, atteignant des profondeurs de 8 (KII) et 16 mètres (KI) environ. La séquence stratigraphique mise au jour couvre une période comprise entre 230 ka et 5 ka environ. Les niveaux archéologiques ont été regroupés en trois ensembles successifs déjà présentés brièvement dans l'introduction des sites archéologiques des *Gunung Sewu* (Terus / Tabuhan / Keplek : Figure 114).

Les datations (séries de l'uranium et ^{14}C pour les niveaux Keplek) effectuées à Song Terus indiquent la chronologie suivante :

- niveaux fluviatiles « Terus » renfermant l'industrie lithique à patine rouge compris entre 80 et 230 ka environ ;
- plus anciens niveaux d'occupation humaine de la grotte (ensemble « Tabuhan ») datés de 39 à 18 ka ;
- niveaux « Keplek » de 10 à 5 ka environ, couvrant une large partie de l'Holocène.

Depuis 1995, la fouille extensive d'une zone située à proximité de l'entrée ouest de la grotte et atteignant aujourd'hui près de 45 m^2, a permis la mise au jour d'une abondante industrie lithique et osseuse, de restes fauniques et d'ossements humains.

Les niveaux Terus n'ont pas encore été atteints dans ces carrés de fouille mais les deux sondages ont livré une abondante industrie lithique et de rares restes fauniques (dents de *Rhinoceros sp.* et *Tapirus sp.*, notamment).

Les niveaux Tabuhan, atteints dans six carrés, sont assez pauvres en outils lithiques (silex, calcaire et andésite) mais riches en restes fauniques (Cervidés et Bovidés de grande taille).

Enfin, les niveaux Keplek succèdent à un abandon temporaire de la grotte pendant une période très humide, coïncidant avec la limite Pléistocène / Holocène (dépôts avec des laminations carbonatées sans aucune perturbation anthropique). L'intense occupation humaine de la grotte pendant la période Keplek est indiquée par la présence d'une industrie lithique sur éclat très dense, complétée de nombreux outils en os (Forestier, 1998). L'assemblage faunique est plus riche et diversifié que dans les niveaux sous-jacents : d'abondants restes de mammifères (suidés, *Rhinoceros sp.*, *Elephas sp.*, *Macaca sp.*, *Presbytis sp.*) ont été exhumés, ainsi que des restes de tortues et des coquilles de mollusques d'eau douce et marins (mollusques ramenés de la côte se trouvant à une dizaine de kilomètres de la grotte en ligne droite).

Plusieurs restes humains isolés ainsi qu'une sépulture ont été mis au jour dans les niveaux Keplek.

3.4.3.2. Présentation des restes humains fossiles isolés

a. Fragment de pariétal

Ce fragment a été mis au jour dans le premier sondage (KI) à une profondeur comprise entre 75 et 80 cm (ZA). Cet angle postéro-supérieur d'un pariétal gauche (Figure 115) présente une portion de la suture sagittale, conservée sur environ 80 millimètres à partir du lambda, et la suture lambdoïde, conservée sur 45 mm à partir du lambda en allant vers le côté gauche.

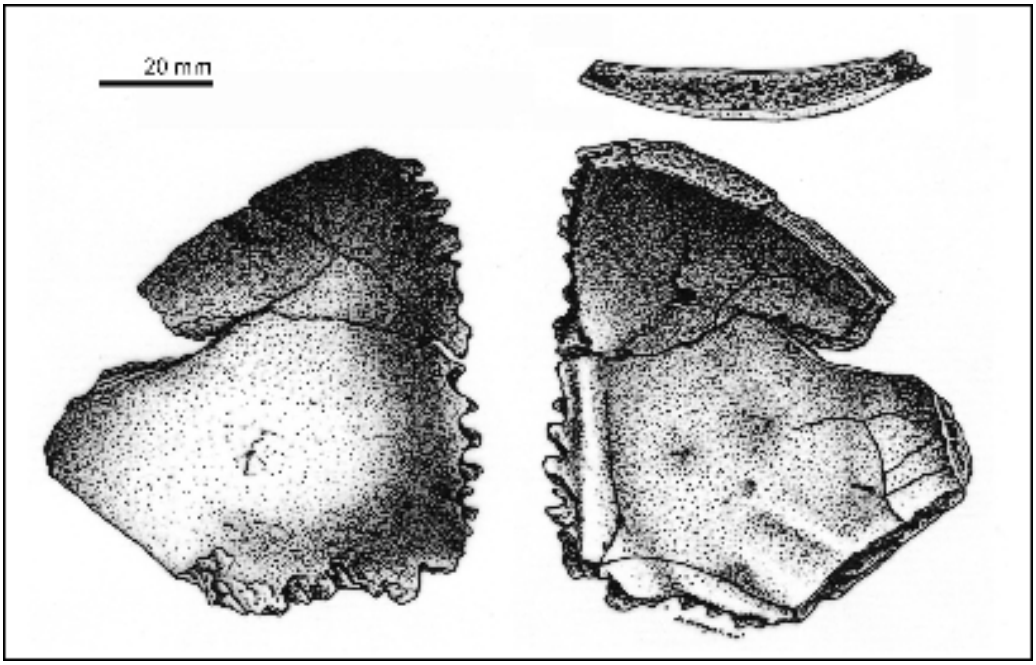


Figure 115. Fragment de pariétal (ST97-KI-n° 1695/1696) : vues externe, interne et en coupe (Dessin Dayat Hidayat)

Peu de caractères morphologiques et métriques sont observables sur ce fragment mais les points suivants ont été relevés :

- En coupe, les tables osseuses interne et externe sont fines et nettement différenciées du diploë plus épais ; l'épaisseur totale de l'os varie de 5 à 7 mm.
- En vue externe, les convexités antéro-postérieure et transversale de l'os sont bien marquées. On note une légère concavité tout le long de la portion de suture sagittale ainsi qu'un méplat dans la région du lambda ; cet individu devait présenter un léger méplat pré-lambdatique.
- En vue interne, le réseau méningé est peu visible du fait de l'érosion de la table osseuse interne. On devine toutefois les principaux sillons vasculaires, les foramina

ainsi que de petits épaississements osseux localisés le long de la suture sagittale et dans la région la plus postérieure du fragment.

Ces caractéristiques indiquent un *Homo sapiens* anatomiquement moderne assez robuste.

b. Fragment de temporal

Une portion de temporal droit humain a été mis au jour, dans le carré de fouille M11.

Ce fragment correspond à la partie postérieure de l'écaille (jusqu'à la suture pariéto-temporale conservée sur un peu plus de 50 mm) et une portion de la partie mastoïdienne allant jusqu'au bord postérieur du conduit auditif externe.

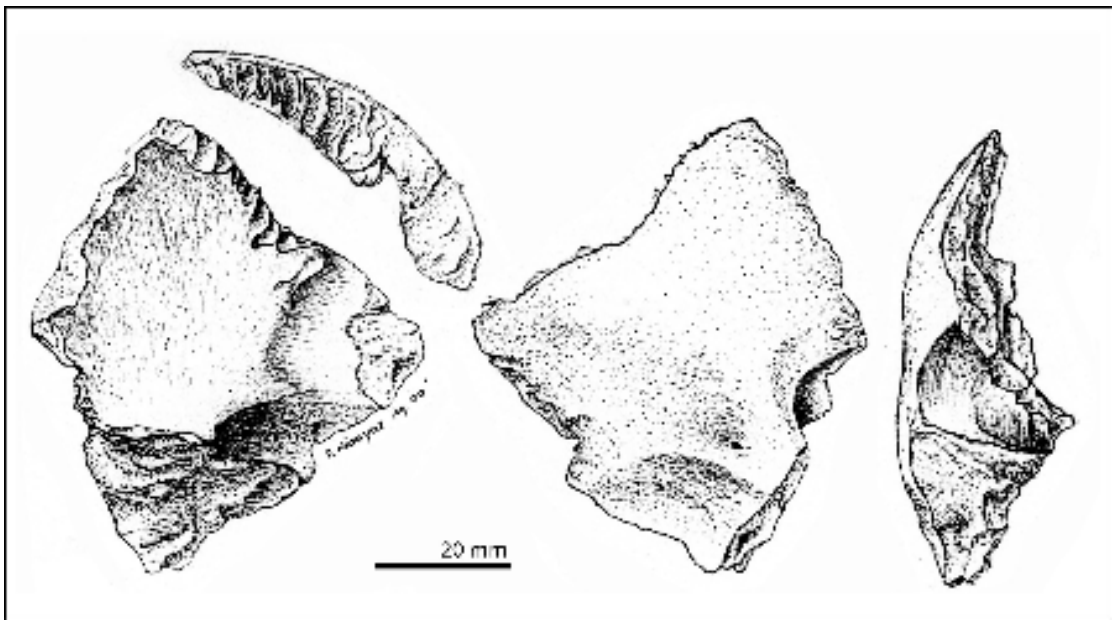


Figure 116. Fragment de temporal (ST97–M11–DYD–n° 731) : vue interne, suture pariéto-temporale, vue externe, vue antérieure (Dessin Dayat Hidayat)

Ce fragment de temporal présente une robustesse très prononcée, l'os est très épais dans toutes les régions. En revanche, les superstructures osseuses sur la face externe sont mousses et assez peu marquées.

c. Les dents

Plusieurs dents isolées ont également été mises au jour, dispersées dans les différents carrés de fouille. Parmi les dents déterminées se trouvent : trois canines inférieures (2 gauches et 1 droite), une I^1 droite, et six molaires (2 M^2 droites, 1 M^2 gauche, 1 M^3 droite, 2 M_1 gauche et droite).

3.4.3.3. Présentation de la sépulture

La sépulture de Song Terus a été localisée par A.M. Moigne en 1999, dans le carré de fouille J9, tout contre la paroi nord de la grotte (Figure 113 p.210). Une datation ^{14}C sur une coquille de mollusque située dans la structure sépulcrale, juste au dessus du squelette humain, a donné un âge de 9 330 ± 90 ans BP. Cette zone de fouille avait livré une densité remarquable de restes fauniques très divers et était plutôt considérée jusqu'alors comme une accumulation de déchets culinaires et/ ou de boucherie (de nombreux ossements sont brûlés et certains présentent des marques de découpe). Parmi ces ossements, deux phalanges de pied humain ont été déterminées et, en mars 1999, l'extrémité des métatarsiens ont été remarqués pour la première fois. La fouille systématique de cet emplacement fut engagée dès le mois de juillet, découvrant progressivement une sépulture humaine complète. A raison d'un mois de fouille par an, quatre années ont été nécessaires pour son dégagement : plus de 5 000 objets ont été coordonnés (restes fauniques, outils lithiques et osseux, blocs calcaires et ossements humains) et deux moulages complets ont été réalisés, le premier en début de fouille et le second au moment où le squelette complet était apparent.

Les principales caractéristiques de la sépulture sont illustrées par plusieurs relevés et photographies de détails. Des clichés réalisés aux différentes étapes de cette fouille minutieuse sont présentés en annexes (*cf. Annexes Song Terus*).

a. Description de la sépulture

Le corps était en position fléchie, couché sur le côté droit dans une alcôve naturelle de la paroi nord de la grotte (Figure 117 p.216 et Figure 118 p.218). Son orientation est est-ouest, le dos contre la paroi et la tête vers l'ouest (la position originale du crâne n'est pas préservée, voir p.219). Plusieurs blocs calcaires disposés en avant du squelette « ferment » la structure sépulcrale. Les deux pieds sont l'un à côté de l'autre, placés juste sous le bassin grâce à une hyper-flexion des jambes (le fémur et le tibia droits sont parallèles entre eux). Les genoux sont ramenés au niveau du sternum, légèrement en avant de l'axe du tronc. L'humérus gauche se trouve le long de la paroi et des fragments brisés de son épiphyse proximale et de la scapula, maintenus en hauteur contre la paroi de la grotte, indiquent un affaissement général du haut du corps depuis son inhumation (*cf. Coordonnées des ossements humains* en *Annexes Song Terus*). L'avant bras gauche est perpendiculaire au bras et amène la main entre les deux jambes, au niveau des genoux ; tandis que le bras droit est complètement replié le long du thorax : la main droite tient la face de l'individu (Figure 118 p.218).

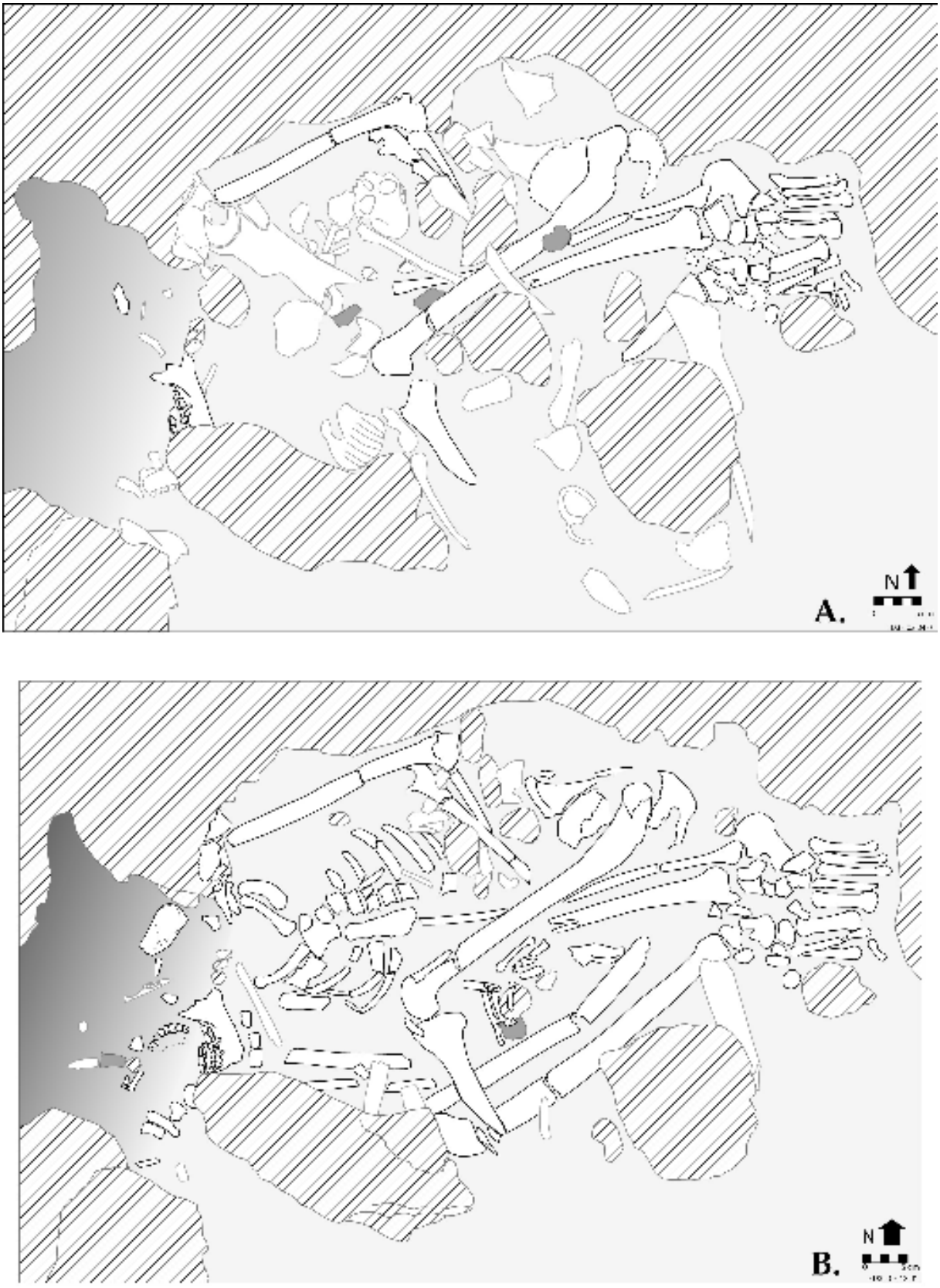


Figure 117. Relevés de la sépulture de Song Terus : A. en 2000 ; B. en 2001
trait noir & fond blanc : ossements humains ; trait gris & fond blanc : faune ; trait & fond gris foncé : outils (silex) ; trait gris & fond hachuré : pierres et paroi de la grotte (calcaire)

La position de certains os est significative du traitement du corps. Les os des pieds (tarsiens et surtout métatarsiens et phalanges) indiquent une hyper-tension, apparemment maintenue par la paroi de la grotte vers l'arrière et les pierres placées sur le devant. La plupart des os longs des membres inférieurs présentent une ou plusieurs fractures *post-mortem*, très nettes et perpendiculaires au grand axe des os. Ces fractures sont certainement dues à la charge du sédiment et à l'affaissement du squelette, elles se sont produites sur os sec, assez longtemps après l'inhumation du corps. En revanche, la fracture du tibia gauche, au milieu de la diaphyse, est complètement différente. Son aspect est caractéristique d'une fracture sur os frais : elle est très longue et en forme de biseau. De plus, le déplacement de la partie proximale du tibia indique que sa connexion avec l'épiphyse distale du fémur était toujours assurée au moment de la fracture (par des muscles et/ou des tendons). Ce fragment tibial a simplement subi une rotation d'environ 90° vers l'avant. On remarque également que la fracture est brûlée du côté du fragment distal et pas du côté du fragment proximal. Le fémur gauche, passant tout contre cette extrémité tibiale brûlée, ne porte lui non plus aucune marque de feu à cet endroit. Tout ceci semble indiquer des manipulations humaines intentionnelles sur et autour du corps du défunt, pendant ou peu de temps après son inhumation. Cette fracture du tibia, si elle a été effectuée volontairement par d'autres hommes lors de la mise en terre du mort, serait à rapprocher d'une pratique rapportée encore récemment chez certains groupes de Papouasie Nouvelle-Guinée (Gorecki, 1979).

b. Faune, Flore et outillage associés au squelette

Une quantité assez faible d'outils était associée au squelette. Mais, hormis quelques éclats de silex identiques à ceux qui ont été mis au jour dans les autres carrés de fouille, trois outils remarquables ont été mis en évidence. Le premier, un large outil sur éclat de silex rougeâtre, se trouve juste devant la main droite et la face du mort. Les deuxième et troisième, une pointe en os et un outil sur éclat retouché, ont été respectivement trouvés à côté et dans la main gauche du défunt (Figure 119 p. 220).

Les premiers résultats de l'analyse du pollen contenu dans le sédiment de la sépulture, effectuée par A.M. Sémah, indiquent une forte concentration de spores de fougères. L'utilisation de ces végétaux pour constituer un lit ou recouvrir le mort est donc possible.

Figure 118. Cliché photographique du squelette complet de Song Terus en sépulture (août 2001)

Enfin, comme nous l'avons déjà souligné, une quantité importante de restes fauniques très divers a été mise au jour en association avec le squelette humain. Ces différents éléments sont en cours d'étude par A.M. Moigne et Rokhus mais quelques caractéristiques peuvent d'ores et déjà être relevées.

Sur le dessus de la sépulture, ont été dégagés les restes partiels et en partie brûlés d'un bovidé (renvoi photos annexes). Le thorax et l'épaule gauche du défunt étaient ainsi recouverts par des fragments de côtes et une dizaine de vertèbres cervicales et thoraciques de ce bovidé plus ou moins en connexion anatomique.

Un grand nombre de faces de *Macaca sp.* et *Presbytis sp*. ont été mises au jour sur et autour du squelette (voir Figure 117 A. p.216 et photos en annexes). En particulier, une de ces faces se trouvait sur l'épaule et une autre à l'intérieur du coude gauche. L'abondance de ces faces de petits primates indiquent l'intérêt important que les hommes devaient leur porter. Un certain nombre de ces faces sont certainement des restes culinaires c'est à dire des restes de la boite crânienne ouverte pour la consommation du cerveau : de nombreuses faces ont également été mises au jour dans les autres carrés de fouille et les travaux effectués dans les années 1950 avaient déjà permis de faire cette observation. Cependant, à propos d'une grotte (mal localisée) des Gunung Sewu fouillée en 1936 par G.H.R. von Koenigswald, van Heekeren (1972: 99) écrit : « *A conspicuous phenomenon, unique to this cave and to a cave 25 km to the South (the Songterus cave near Tabuhan) is the presence of many facial, masklike parts of Macaca iris suggestive of a magical meaning* ». Une telle interprétation est peut-être osée, mais la mise au jour d'une face de Macaque dans une des sépultures de Song Keplek (sous la main droite et sur le cœur du défunt), leur densité et disposition mises en évidence pour la première fois au sein de la sépulture de Song Terus ne semblent pas être le fait du hasard.

Les autres restes fauniques répartis au sein de la sépulture sont très variés. De nombreux mammifères sont représentés : petits carnivores, deux molaires d'éléphant, deux dents de cochon (dont un croc de grande taille), une mandibule de Porc-Epic ainsi que de nombreux ossements encore indéterminés. Des restes de tortue et d'abondants fragments de coquilles de mollusques ont également été découverts.

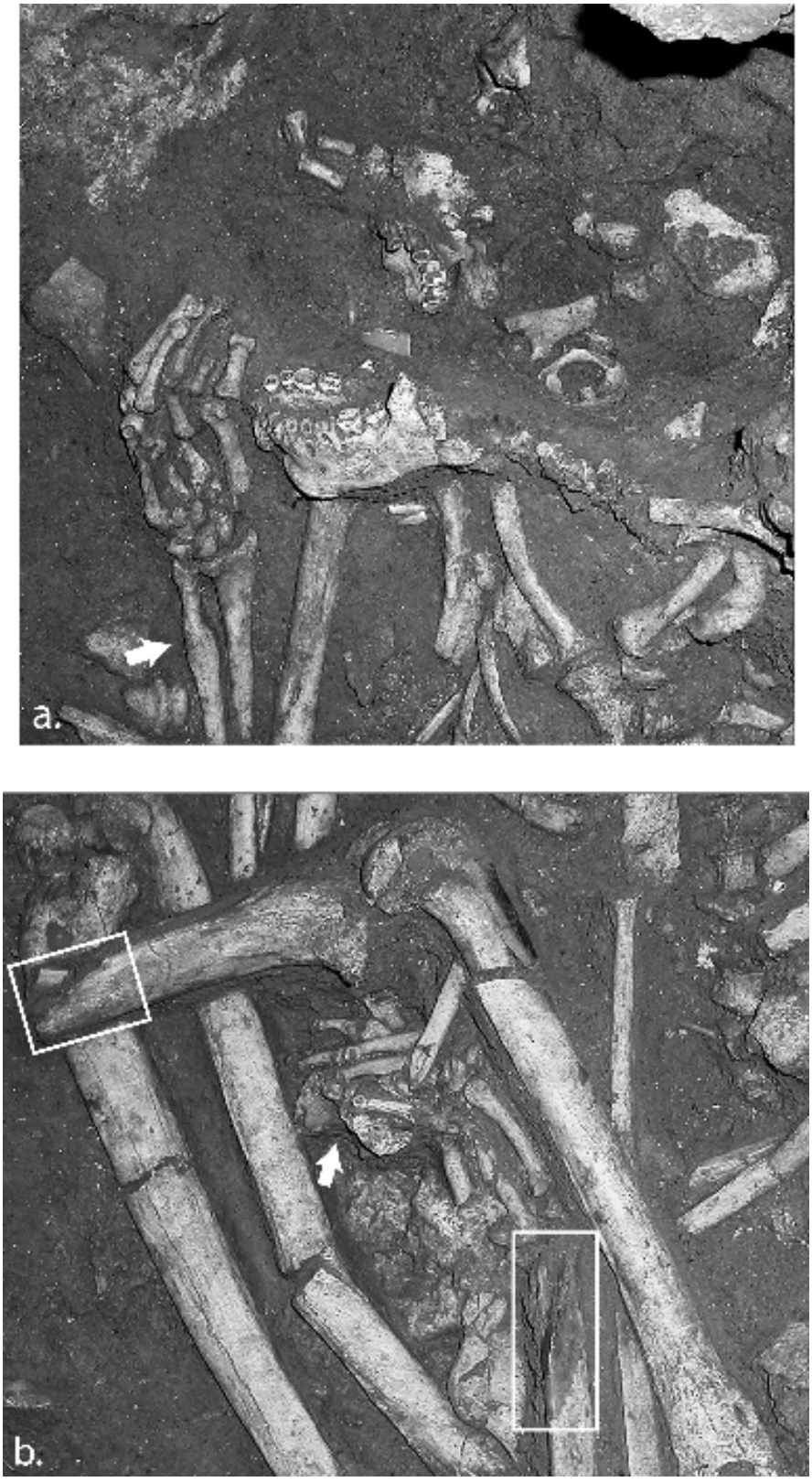


Figure 119. Vues détaillées de la sépulture de Song Terus (le nord est vers la droite sur ces clichés) :
a. avant bras et main droite tenant la face ; la flèche indique la fracture ressoudée de l'ulna droite, notez l'outil sur éclat devant la main et l'état de fragmentation des éléments crâniens dans le terrier ;
b. main et jambe gauches : la flèche indique l'outil de silex et le petit bloc de calcaire dans la main ; les rectangles indiquent les deux extrémités de la fracture du tibia gauche, notez la connexion anatomique conservée au niveau du genou et la fracture brûlée du côté du côté de la moitié distale du tibia.

Une grande quantité de ces restes fauniques sont brûlés. Certains, mis au jour en concentrations dans des zones riches en charbons et en cendres, ont été brûlés sur place et les foyers n'ont pas - ou peu - été remaniés (sur le devant de la sépulture essentiellement : Figure 118 p.218 et renvois photos annexes). D'autres sont en revanche les indices de nombreux remaniements autour et sur le corps du défunt. Sont ainsi retrouvés dans des petites zones délimitées de la sépulture des ossements non humains complètement brûlés (gris à blancs), légèrement brûlés et d'autres pas du tout. De même, nous avons déjà évoqué le fragment distal de tibia, mais d'autres os humains comme le fémur gauche (épiphyse distale) sont partiellement brûlés.

Toutes ces observations indiquent des activités humaines nombreuses et prolongées autour et au sein même de la sépulture. Aucune portion du squelette n'a été prélevée et la connexion anatomique quasi-parfaite des os indiquent une inhumation primaire et définitive. Cependant, la fracture du tibia gauche indique une action précoce sur le défunt par d'autres hommes et des activités « funéraires » prolongées sont attestées par les nombreux éléments brûlés remaniés accumulés sur le squelette.

c. Restauration et description des os humains

Le squelette post-crânien est complet, en connexion anatomique, et les os présentent un bon état de conservation générale (le bassin et les vertèbres sont toutefois fragmentaires).

En revanche, le crâne est beaucoup moins bien préservé. Un terrier passant le long de la paroi, à travers l'emplacement original de la tête, a entraîné la fracturation et la dislocation des os crâniens (emplacement sombre sur la gauche des relevés de la Figure 117 p.216, voir aussi les Figure 118 p. 218 et Figure 119 p.220). Les circulations karstiques importantes dans ce terrier ont par la suite concrétionné les fragments contre la paroi de la grotte. Le dégagement difficile de ces éléments n'a permis d'effectuer la restauration et la reconstruction du crâne qu'en août 2002. Seule une description préliminaire et quelques vues du crâne complet peuvent être présentées dans ce travail. De même, nous ne disposions pas des données (mesures et numérisation en 3D de la calotte crânienne) au moment où les différentes analyses morphométriques ont été réalisées, raison pour laquelle elles n'incluent pas le crâne de Song Terus.

Seule la mandibule (et une partie de la face supérieure) était relativement bien préservée, juste en bordure du terrier (voir sur la Figure 117 p.216). Reconstruite dès 2001, une description plus détaillée est proposée dans ce travail, complétée par l'analyse morphométrique de quelques jeux de mesures (*Chapitre 3*).

Squelette post-crânien : quelques observations préliminaires

Les os du squelette post-crânien ont été en partie restaurés et reconstruits en août 2002, confirmant certaines observations effectuées in situ (paléo-pathologies et traumas en particulier). Ces observations préliminaires nécessitent d'être approfondies, notamment par radiographie et éventuellement scannographie des ossements concernés.

Les points suivant ont été relevés :

- l'ulna droite présente une fracture assez mal ressoudée (Figure 119 A. p.220 et Figure 120 B. p.223), cette ulna est plus courte que la gauche et l'ancienne zone de fracture se repère nettement sous la forme d'un fort épaississement ;
- l'épiphyse proximale du fémur gauche est anormale ; ce fémur est nettement plus court que le droit (Figure 120 A. p.223 : fémur gauche : 400 à 410 mm env. ; fémur droit : 470 mm). Toute la zone proximale présente une corticale boursouflée, entièrement percée par endroits, et comporte de petites exostoses. L'axe du col du fémur est anormal, il démarre sur la face latérale du fémur puis présente un coude ramenant la tête de fémur dans l'axe médial. Malheureusement, le pelvis n'est pas assez bien conservé pour observer la morphologie de la cavité acétabulaire mais de plus amples investigations sont nécessaires pour conclure sur l'origine de cet état : pathologie osseuse ou fracture avec complications.

Figure 120. A. Fémurs droit et gauche (vue antérieure) et B. ulnas droite et gauche (vue médiale) de l'individu de Song Terus

Crâne et dents

Les principales étapes de la reconstruction de la calotte crânienne, de la face supérieure et de la mandibule sont proposées en annexes (*cf. Annexes Song Terus*).

Les premières observations effectuées indiquent un crâne globalement robuste, assez bas et allongé. Le frontal, marqué par d'important reliefs supra-orbitaires, est fuyant et ne présente pas de bosses frontales marquées. En vue supérieure, les bosses pariétales sont nettement développées et la calotte crânienne, large à ce niveau, rétrécit fortement vers l'avant, jusqu'à la constriction rétro-orbitaire marquée. En vue latérale, la partie postérieure des pariétaux est rectiligne, formant un méplat pré-lambdatique distinct. L'angle entre le plan occipital et le plan nucal est assez pincé et les reliefs nucaux sont marqués mais ne sont pas fortement projetés (épaississement mousse et uniforme entre les lignes nucales suprêmes et supérieures). Malgré l'absence d'un fragment assez important, on devine la présence d'une carène sagittale le long des premiers centimètres de la suture, en arrière du bregma.

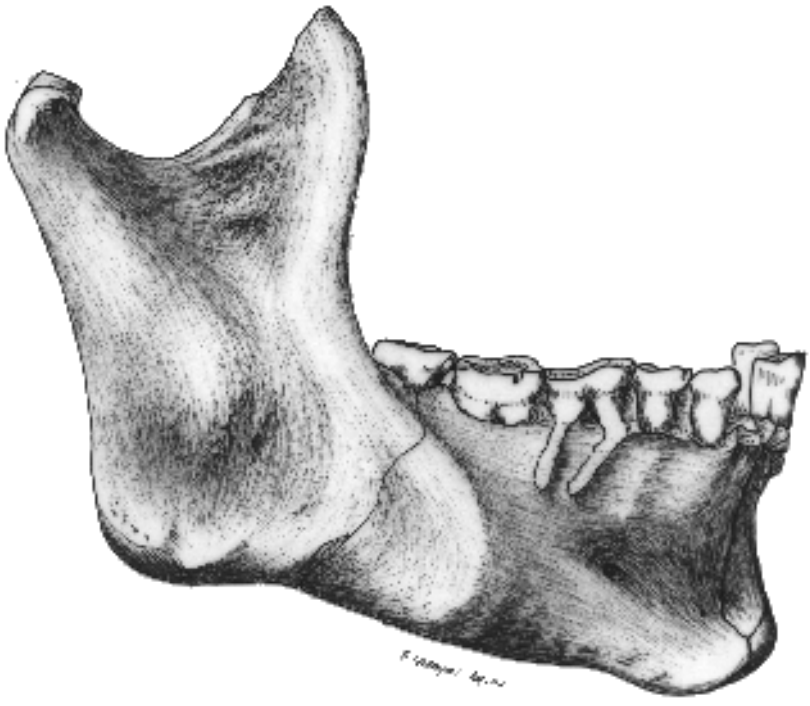


Figure 121. Vue latérale droite de la mandibule de l'individu de Song Terus (dessin Dayat Hidayat) (1:1)

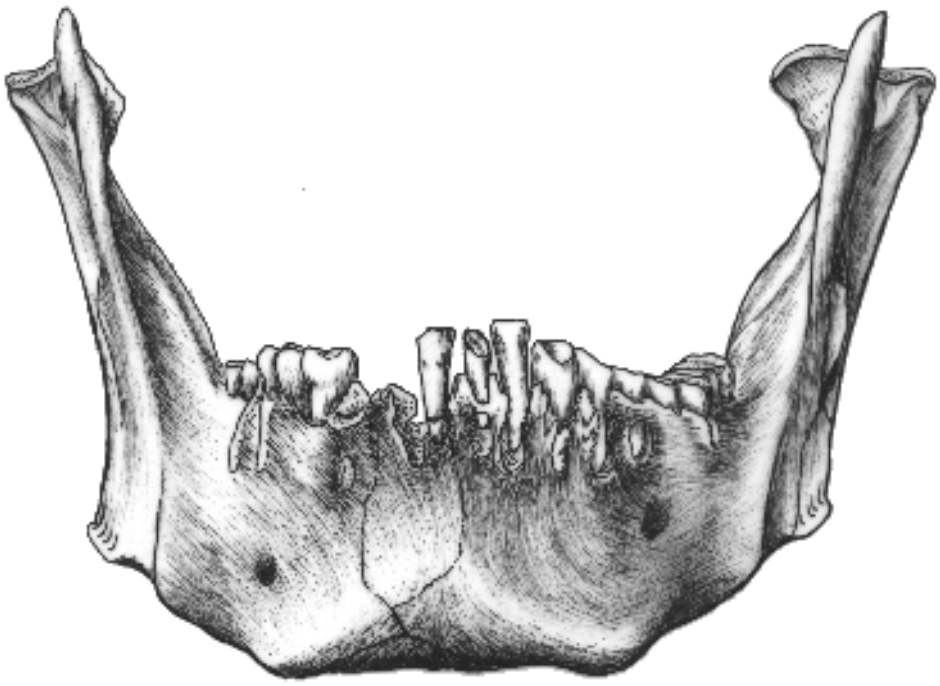


Figure 122. Vue de face de la mandibule de l'individu de Song Terus (dessin Dayat Hidayat) (1:1)

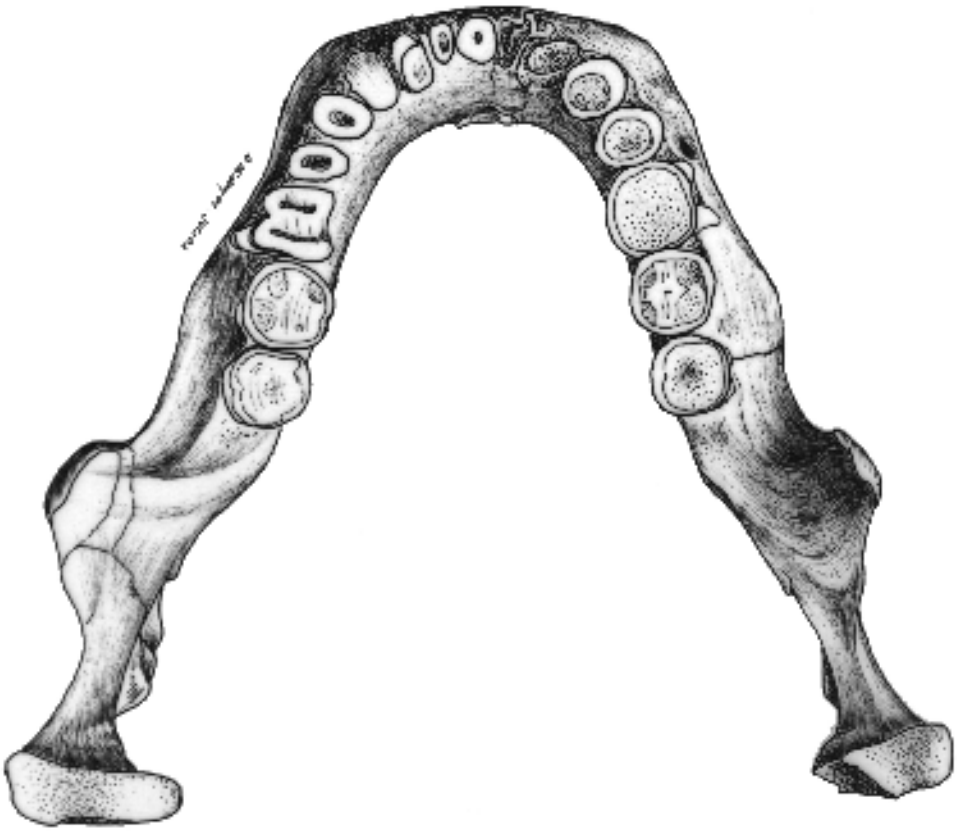


Figure 123. Vue supérieure de la mandibule de l'individu de Song Terus (dessin Dayat Hidayat) (1:1)

La mandibule, reconstituée à partir de dix fragments en août 2001, est quasi-complète (Figure 121, Figure 122 et Figure 123). Le corps et les branches montantes présentent des dimensions moyennes mais la morphologie d'ensemble est robuste, toutes les superstructures osseuses sont très marquées. Les gonion sont nettement développés vers le bas : ce n'est pas une mandibule à bascule, comme nous l'avions observé pour l'individu 1 de Moh Khiew par exemple.

A l'avant, le trigone mentonnier est très marqué. Il se présente sous la forme d'une éminence triangulaire nettement projetée au centre et surtout à la base, où l'on trouve de chaque côté un fort tubercule bordé au dessus par une petite dépression nettement concave. De face (Figure 122) et de dessus (Figure 123), le bord inférieur de la partie antérieure de la mandibule est sub-rectiligne, dans le plan facial.

Le trou mentonnier n'est pas au même niveau du côté gauche et du côté droit. A gauche, il est situé à la verticale de la P_4, à environ 15,5 mm du bord inférieur et 18 mm du bord alvéolaire en partie résorbé. A droite, le trou mentonnier est à la verticale de P_4/M_1, à environ 13 mm du bord inférieur et 20,5 mm du bord alvéolaire (moins résorbé que de l'autre côté).

En vue latérale (Figure 121 p.224), le corps est haut à la symphyse et diminue progressivement vers l'arrière. Les branches montantes, nettement obliques vers l'arrière, présentent des apophyses coronoïdes très hautes par rapport aux condyles et de chaque côté, l'échancrure sigmoïde est dissymétrique, plus profonde vers la base du condyle. Les branches montantes sont assez hautes par rapport aux autres mandibules indonésiennes étudiées dans ce travail. Les gonions sont robustes, nettement éversés et marqués par plusieurs petits reliefs obliques sur les deux faces (médiale et latérale). Le bord inféro-postérieur est surligné par un petit bourrelet parcourant tout l'angle goniaque. Les lignes obliques externes sont robustes, bien développées mais d'aspect mousse. De chaque côté, la ligne se sépare en deux à la verticale de la M_2 : l'une, très fine et sub-parallèle au plan alvéolaire, se poursuit jusqu'au trou mentonnier ; l'autre forme un fort épaississement vertical gagnant le bord inférieur, comme sur les mandibules de Braholo 1 et 5 par exemple.

De face (Figure 122 p.225), les branches montantes sont nettement obliques vers l'extérieur. Le bord antérieur des branches montantes est assez fin, aigu à la base puis légèrement épaissi vers les apophyses coronoïdes.

Le bord inférieur du corps est large et mousse, marqué par les tubercules du trigone mentonnier et des épaississements situés à la verticale des M_2. En arrière de ceux-ci, le bord inférieur devient fin jusqu'aux gonions.

En vue supérieure (Figure 123 p. 225), la mandibule est assez peu ouverte, l'arcade dentaire est en forme de U. L'espace délimité par les lignes obliques externes en arrière des M_3 et sur le bord latéral des M_2 et M_3 est large. Sur la face interne, il n'y a pas de planum alvéolaire et les deux épines géniennes sont petites et très limitées. Les lignes mylo-hyoïdiennes, bien marquées sous les molaires (elles sont surlignées de chaque côté par un sillon), s'amenuisent et disparaissent au niveau des prémolaires.

Le bord alvéolaire est très endommagé du côté gauche. Les marques de plusieurs abcès sont visibles de ce côté, à l'apex des deux prémolaires et éventuellement à l'apex des racines postérieures de la M_1. Les dents sont très usées du côté gauche : de la canine à la première molaire, les cavités pulpaires sont ouvertes et exposées, ce qui a pu provoquer ces infections importantes.

Tableau 35. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu de Song Terus (ST1) ;
l. = largeur ; L. = longueur ; H. = hauteur ; les dimensions indiquées entre parenthèses sont approximatives du fait de parties anatomiques endommagées

Mandibule	G	D
l. bi - condylienne	123	
l. bi - goniaque	97	
l. bi - coronoïde	109	
L. totale	109	
L. du corps	86	
H. branche montante	68	68
l. branche montante	38	39
Angle corps - branches	env. 107°	
Hauteurs du corps		
Symphyse	38	
I_1/I_2	(38)	(36)
I_2/C	(37,5)	(36,5)
C/P_3	(37,5)	(35)
P_3/P_4	(37,5)	37,5
P_4/M_1	(35)	37
M_1/M_2	31	34
M_2/M_3	30	32
M_3 post	30	31
Epaisseurs du corps		
Symphyse	16	
C/P_3	15	16
P_3/P_4	13	14,5
P_4/M_1	13,5	14
M_1/M_2	16	15
M_2/M_3	17	15,5
M_3 post	17	15

La totalité des dents inférieures gauches est présente (les incisives ont été retrouvées et ont pu être remontées sur l'arcade) ; du côté droit, la seconde incisive et la canine manquent. Ces deux dents ont été perdues *post-mortem*, la racine brisée de la canine est encore présente tandis que l'alvéole de la I_2 ne comporte aucun signe de résorption.

Toutes les dents présentent un stade d'usure très avancé. La dentine de toutes les dents (M_3 comprises) est largement exposée et la morphologie originale des surfaces occlusales n'est pas observable. Les dimensions dentaires (Tableau 36 p.228) sont donc à utiliser avec beaucoup de précautions et nous ne les avons pas incluses dans les analyses morphométriques présentées dans ce travail.

Comme nous l'avons souligné, l'usure des C, P_3, P_4 et M_1 gauches, fortement oblique vers l'extérieur, est nettement supérieure à celle des autres dents, exposant les cavités pulpaires. Concernant les dents supérieures en vis-à-vis, la canine et la seconde incisive gauches ainsi que la première incisive droite (I^1 gauche manque) présentent un même type d'usure, nettement plus avancé que les autres dents supérieures (*cf. Annexes Song Terus*). Cette usure caractéristique témoigne vraisemblablement d'une activité mécanique particulière, répétée et limitée à la zone antérieure gauche de l'arcade dentaire (l'usure de la M_2 et de la I_2 gauche est moins poussée et surtout horizontale). L'étude des surfaces occlusales au microscope électronique à balayage, déjà engagée (Yi-chuang Lee A., 2002), permettra certainement d'apporter une explication plus précise à cette usure remarquable.

Tableau 36. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu de Song Terus ;
toutes les dents sont usées, les parenthèses indiquent les dents fortement usées

Dents inférieures	Gauche		Droite	
	MD	BL	MD	BL
I_1	(-)	(-)	(5)	(6,8)
I_2	(4)	(6,5)	-	-
C	(6)	(8,5)	-	-
P_3	(6)	(8)	7,5	9
P_4	(8,2)	(5,5)	7,8	9,2
M_1	(9,5)	(10,9)	11,2	11,8
M_2	12	11,5	12	11,5
M_3	11,2	11,5	11,1	10,9

Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1 de Song Terus

La robustesse générale du crâne, l'absence de deux bosses frontales distinctes et les gonions robustes et éversés indiquent plutôt un individu de sexe masculin. Malheureusement, ce diagnostique ne peut être confirmé par l'étude du pelvis, fortement endommagé.

Toutes les sutures crâniennes sont encore visibles mais le stade d'usure dentaire est très avancé (stade le plus élevé des fossiles étudiés ici). Hormis l'usure vraisemblablement « anormale » des dents antérieures gauches, la dentine de toutes les autres dents est également exposée, indiquant un individu âgé (> 45 ans ?).

Chapitre 3 ANALYSE MORPHOMETRIQUE DES *HOMO SAPIENS* FOSSILES

APPROCHES MULTIVARIEES TRADITIONNELLES

1. INTRODUCTION

A l'issue des descriptions morphologiques des *Homo sapiens* fossiles dans leur cadre archéologique, des analyses morphométriques sont envisagées. Howells (1984) rappelle, avec d'autres (Oxnard, 1983 ; van Vark, 1984), que la paléoanthropologie a été pendant de nombreuses années l'objet de luttes intestines entre « paléoanthropologues naturalistes » (les « *visualists* » de van Vark, 1984) et « paléoanthropologues statisticiens ». Il semble clair aujourd'hui que pour être exhaustive, l'étude d'un fossile doit combiner descriptions morphologiques et descriptions quantitatives. A cet effet, la morphométrie biologique permet d'entreprendre « la description quantitative, l'analyse et l'interprétation des formes et des variations de formes » des fossiles (Rohlf, 1990a).

Ainsi, les analyses effectuées dans ce chapitre poursuivent deux buts complémentaires principaux :

- d'une part, l'approche statistique de données morphométriques (mesures) inédites, dans le but d'affiner le portrait morphologique de ces découvertes récentes ;
- d'autre part, la comparaison de ces fossiles aux spécimens mis au jour dans la même aire géographique et étudiés par ailleurs. Cette approche permet d'éclairer les affinités populationnelles de ces *Homo sapiens* d'Asie du Sud-Est sous un angle différent mais complémentaire de notre première analyse anatomique (*Chapitre 2*). Cette synthèse à grande échelle géographique et chronologique permet aussi de tester un certain nombre d'hypothèses sur les affinités et les migrations des différentes populations préhistoriques de l'Asie orientale au Pacifique depuis le Pléistocène supérieur.

1.1. Analyse de données morphométriques nouvelles et inédites

L'expression « morphométrie traditionnelle » désigne ici l'ensemble des méthodes de morphométrie linéaire (en deux dimensions), par opposition aux méthodes de morphométrie géométrique (pour une synthèse comparative de ces méthodes, voir Rohlf & Marcus, 1993). L'application de techniques d'analyses statistiques - généralement multivariées - à un jeu de dimensions linéaires permet de décrire et de comparer des organismes (ici des restes humains fossiles). Un certain nombre d'insuffisances de ces méthodes traditionnelles est reconnu depuis longtemps. Ainsi, Strauss & Bookstein (1982) considèrent que l'analyse de distances linéaires entre points repères donne généralement des informations à la fois incomplètes et redondantes sur la forme d'une structure. En revanche, les méthodes de morphométrie géométrique se présentent depuis une dizaine d'années comme des outils de description et d'analyse des formes (de la taille et de la conformation) plus performants. Ces points forts seront présentés dans le chapitre suivant, consacré à ce type d'analyses.

Plutôt que d'opposer ces deux approches, nous les envisageons de façon complémentaire dans ce travail. Nous ne poursuivons pas les mêmes buts et n'attendons pas les mêmes réponses des méthodes traditionnelles et géométriques.

L'application d'analyses multivariées à des dimensions linéaires constitue une première étape de notre étude et nous permet de travailler dans un cadre méthodologique et conceptuel confortable. En effet, nous restons très proche d'un grand nombre de travaux antérieurs effectués sur des problématiques comparables. Une telle approche nous permet de montrer comment se situent les nouveaux fossiles décrits au sein d'un cadre établi par ailleurs.

1.2. Choix des méthodes statistiques mises en oeuvre

L'analyse statistique d'un important corpus de données morphométriques tel que celui dont nous disposons peut être envisagée selon deux approches pouvant éventuellement être combinées.

La première approche est qualifiée de classificatoire au sens large, incluant analyses discriminantes, agrégations et certaines applications des classifications hiérarchiques. Ces méthodes, fréquemment mises en œuvre en paléoanthropologie, permettent d'assigner un ou plusieurs individus dont la population d'origine est *a priori* inconnue à un ou plusieurs

groupes humains fossiles ou actuels prédéfinis (pour des applications de ces techniques incluant des spécimens asiatiques, voir par exemple : Howells, 1973a, 1989 & 1995 ; Hanihara, 1993 & 1994 ; Pietrusewsky, 1999 ; Matsumura & Zuraina, 1999 ; Brown, 1999 ; Matsumura, 2000 ; Demeter, 2000). La définition de ces groupes constitue, dans certains cas (analyses discriminantes par exemple), l'étape initiale de l'analyse. Elle peut être effectuée sur la base de critères géographiques, chronologiques ou bien encore morphologiques, à condition que les caractères utilisés soient indépendants des variables morphométriques que l'on souhaite traiter par la suite. Les classifications hiérarchiques cherchent quant à elles à retrouver des sous-ensembles naturels supposés au sein d'un échantillon, à partir des variables à disposition.

La seconde approche est dite exploratoire. Il ne s'agit plus de classer dans des groupes - ou les uns par rapport aux autres - de nouveaux fossiles à partir de leurs dimensions : l'objectif devient l'analyse de la variabilité morphométrique (au niveau des variables et au niveau des individus), au cours du temps et d'une région à l'autre, afin d'essayer de la comprendre et, dans la mesure du possible, de l'interpréter. Cette méthode ne requiert pas d'*a priori* sur les spécimens étudiés et fait appel à des concepts statistiques relativement simples, permettant de ne pas trop s'éloigner des objets d'étude réels (telle ou telle portion anatomique des fossiles).

Pour le présent travail, notre choix s'est porté sur ce second type d'analyses. La principale raison motivant ce choix est l'hétérogénéité de l'échantillon fossile de base qui rend très délicate toute tentative de classification *a priori* en sous-ensembles pertinents. La base de données d'individus fossiles de comparaison constituée pour ces analyses, quoique la plus exhaustive possible, présente en effet de nombreux hiatus chronologiques et géographiques.

Il semble ainsi impossible de constituer des sous-groupes homogènes au sein de l'échantillon total (hors les nouveaux individus, objets même des analyses). Les datations des fossiles apparaissent très hétérogènes en nature et en précision. Pour certains fossiles, nous ne disposons d'aucune datation absolue, parfois même à peine d'un contexte archéologique ou stratigraphique. Aussi, dans l'hypothèse d'un découpage chronologique régulier, certaines périodes ne seraient pas représentées.

Nous rejetons également le choix d'un découpage géographique *a priori* de l'échantillon qui ne serait pas cohérent avec les buts poursuivis dans ces analyses. L'intégration des problématiques de migrations humaines en Asie-Pacifique rend en effet

impossible la constitution de groupes fossiles présents dans une région donnée et à un instant *t* en étape préliminaire des analyses. Des analyses classificatoires, guidées un tel choix *a priori,* ne nous permettraient en aucun cas de tester des hypothèses migratoires sans risque de tomber dans un raisonnement tautologique.

Si les critères géographiques et chronologiques ne semblent pas pouvoir servir de base solide à l'analyse classificatoire, ils constituent en revanche de précieuses variables complémentaires pour la discussion des résultats. Nous chercherons donc à étudier et à mettre en évidence la variabilité morphométrique des *Homo sapiens* fossiles et à analyser cette variabilité à la lumière de ces données complémentaires relatives au contexte des découvertes.

Les méthodes exploratoires mises en œuvre ici sont des Analyses en Composantes Principales (ACP). Les ACP peuvent se résumer, en termes non techniques, comme une représentation simplifiée d'un vaste ensemble de données selon quelques critères de départ (tel que la maximisation de la variance totale). Une série d'ACP permet d'obtenir une idée de la structure de l'ensemble des x variables sélectionnées, ainsi que des similitudes éventuelles de comportements (par rapport à ces variables) des individus étudiés.

1.3. Exploitation des données dans un cadre « connu »

L'application de techniques d'analyses morphométriques standard à un jeu de mesures linéaires classiques (en 2D) offre un double avantage :

- en amont des analyses, notre base de données de comparaison peut être aisément complétée,
- en aval, nos résultats peuvent être facilement comparés à ceux d'études antérieures.

1.3.1. Disponibilité des données de comparaison

Depuis de nombreuses années, toute une partie des analyses paléoanthropologiques s'attache à étudier les variations morphométriques des hommes fossiles au cours du temps (voir par exemple l'historique proposé par Howells, 1984). Ainsi, des mesures standardisées sont notées quasi-systématiquement lors de chaque nouvelle description. Ces mesures

relevées selon des protocoles bien définis sont généralement utilisables par le plus grand nombre. Nous avons donc pu compléter notre base de données à l'aide de la littérature pour les fossiles d'Asie du Sud-Est que nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier mais aussi, et surtout, pour nos échantillons de comparaison (Asie de l'Est, Australie, Pacifique).

En ce qui concerne le crâne et la face (comprenant la mandibule), les protocoles les plus couramment suivis sont ceux établis par Martin (Martin & Saller, 1957) et Howells (Howells, 1973a, 1989, 1995 & 1996). Des points repères crâniométriques précisément définis permettent d'assurer la compatibilité des jeux de mesures, d'une étude à l'autre et d'un auteur à l'autre. Il convient toutefois de garder à l'esprit quelques restrictions à l'utilisation dans une même analyse de données issues de travaux divers. L'erreur de mesure introduit un biais certain dans l'analyse puisqu'elle est propre à chaque opérateur. Cette erreur intervient généralement de façon plus sensible quand on s'intéresse à des mesures basées sur des points construits, dépendant de l'appréciation de l'observateur (points de courbures maximales par exemple). Dans tous les cas, cette erreur due à l'observateur est souvent plus marquée pour les fossiles sur lesquels le tracé des sutures est parfois très atténué. De même, des portions anatomiques endommagées sont fréquemment sources de désaccords entre chercheurs. Quelques exemples d'*Homo sapiens* asiatiques fossiles mesurés par différents auteurs sont donnés dans le Tableau 37. Lorsque nous avons été confronté à de tels cas, nous avons privilégié pour compléter notre base de données l'auteur dont le protocole de mesures était le plus explicitement en accord avec le nôtre.

Tableau 37. Mesures en mm. de quelques fossiles asiatiques selon différents auteurs
(l.= largeur ; L.= Longueur ; h.= hauteur) *série de mesures réalisées sur le fossile original ; ***in* Suzuki & Hanihara, 1982

Fossile	Source	l. bi-pariétale	L. glab-opisthocr.	h. basion-bregma	l. bi-auriculaire	L. nasion-bregma	L. lambda-opisthion	L. bregma-lambda	h. nasale	l. nasale	h. orbite	l. orbite
UC101	Brown, 1999	144	206	133	137	116	98	120	58	33	34	45
UC101*	Weidenreich, 1938**	143	204	136	-	-	-	-	-	32	31,5	48,5
Liujiang	Brown, 1999	143	191	135	126	102	92	118	46	25	27	41
Liujiang	Woo, 1959**	142,2	189,3	134,8	-	-	-	-	45,8	26,8	28,7	42
Minatogawa I	Brown, 1999	147	181	136	129	105	95	111	50	25	30	45
Minatogawa I	Suzuki, 1982	148	182	134	128	102	98	111	49	26	30	46
Wajak I	Dubois, 1920	145	200	140	-	119	-	113	50	30	33	42
Wajak I	Jacob, 1967	151	200	137	-	119	107	111	49	30	35	44
Wajak I	Santa Luca, 1980	151	201	-	141	114	107	119	-	-	-	-
Wajak I	Storm, 1995	151	200	137	138	115	96	117	52	31	35	43

D'une manière générale, nous estimons que l'effet des erreurs dues à l'observateur peut être considéré comme négligeable dans le cadre de ce travail. Tout d'abord, seuls les fossiles de comparaison sont concernés par ce biais éventuel. Les fossiles sud-est asiatiques étudiés en détail ont été mesurés précisément, sur les originaux. De plus, les écarts constatés sont généralement minimes et se fondent au sein de la série complète de mesures. Des analyses que nous avions effectuées sur un échantillon comprenant plusieurs séries de mesures des spécimens de Zhoukoudian (Upper Cave) et de Liujiang relevées par divers auteurs (Tableau 39) ont confirmé que ces variations n'influent pas de façon significative sur les résultats.

In fine, l'erreur due à l'observateur existe mais nous considérons qu'elle ne joue pas un rôle significatif dans l'interprétation des analyses.

1.3.2. Confrontation des résultats avec ceux des travaux antérieurs

Le second intérêt de cette approche morphométrique « traditionnelle » réside dans la possibilité de pouvoir aisément confronter nos résultats avec ceux issus de travaux du même type. Il existe dans la littérature un certain nombre d'études morphométriques portant sur une partie du matériel fossile analysé ici (Howells, 1973a, 1989 & 1995 ; Bulbeck, 1981 ; Pietrusewsky, 1984 & 1990 ; Hanihara, 1993 & 1994 ; Storm, 1995 ; Matsumura & Zuraina, 1999 ; Brown, 1999 ; Matsumura, 2000 ; Demeter, 2000). Dans leurs conclusions, ces auteurs avancent des hypothèses sur les affinités populationnelles et les migrations humaines préhistoriques que nous sommes à même de tester, ou du moins de comparer avec nos propres résultats.

Les résultats principaux de ces études antérieures concernent trois points majeurs de l'évolution des *Homo sapiens* dans la zone Asie-Pacifique depuis le Pléistocène supérieur :

- Combien de populations et combien de vagues de migration « anciennes » peut-on reconnaître pour l'aire géographique correspondant aux plates-formes de Sunda et de Sahul ?
- Quelles sont les origines géographiques les plus probables de ces migrations ?
- Enfin quels groupes humains (origines et affinités) ont été les premiers colonisateurs du Pacifique ?

Ces diverses hypothèses seront rappelées et confrontées à nos propres résultats au fil des analyses.

2. MATERIEL

Dans ce chapitre sont présentées des analyses de mesures crâniennes, faciales (face supérieure et mandibule) et dentaires d'*Homo sapiens* fossiles mis au jour en Asie de l'Est et du Sud-Est, en Australie et dans les îles du Pacifique.

2.1. Exclusion des *Homo erectus*

Nous ne chercherons pas ici à traiter de l'origine de ces populations anatomiquement modernes ; cette problématique fait plus particulièrement l'objet du chapitre suivant.

En effet, il apparaît délicat de traiter dans des analyses morphométriques traditionnelles à la fois des *Homo erectus* et des *Homo sapiens*, leurs dimensions respectives étant très différentes. Les possibilités d'analyse et surtout de description des formes de ces méthodes classiques ne sont pas assez puissantes pour permettre d'éclaircir d'éventuelles affinités évolutives locales entre les *Homo erectus* et les *Homo sapiens* asiatiques. L'intégration de données sur les *Homo erectus* augmenterait la variance à traiter dans de trop fortes proportions, nous perdrions alors beaucoup trop en finesse d'analyse concernant les *Homo sapiens*.

Les *Homo erectus* sont donc délibérément exclus. La problématique traitée ici est intra-spécifique. Il s'agit d'une étude fine des variations morphométriques au sein de paléo-populations d'*Homo sapiens*, plus particulièrement localisées en Asie orientale, en Australie et dans les îles du Pacifique.

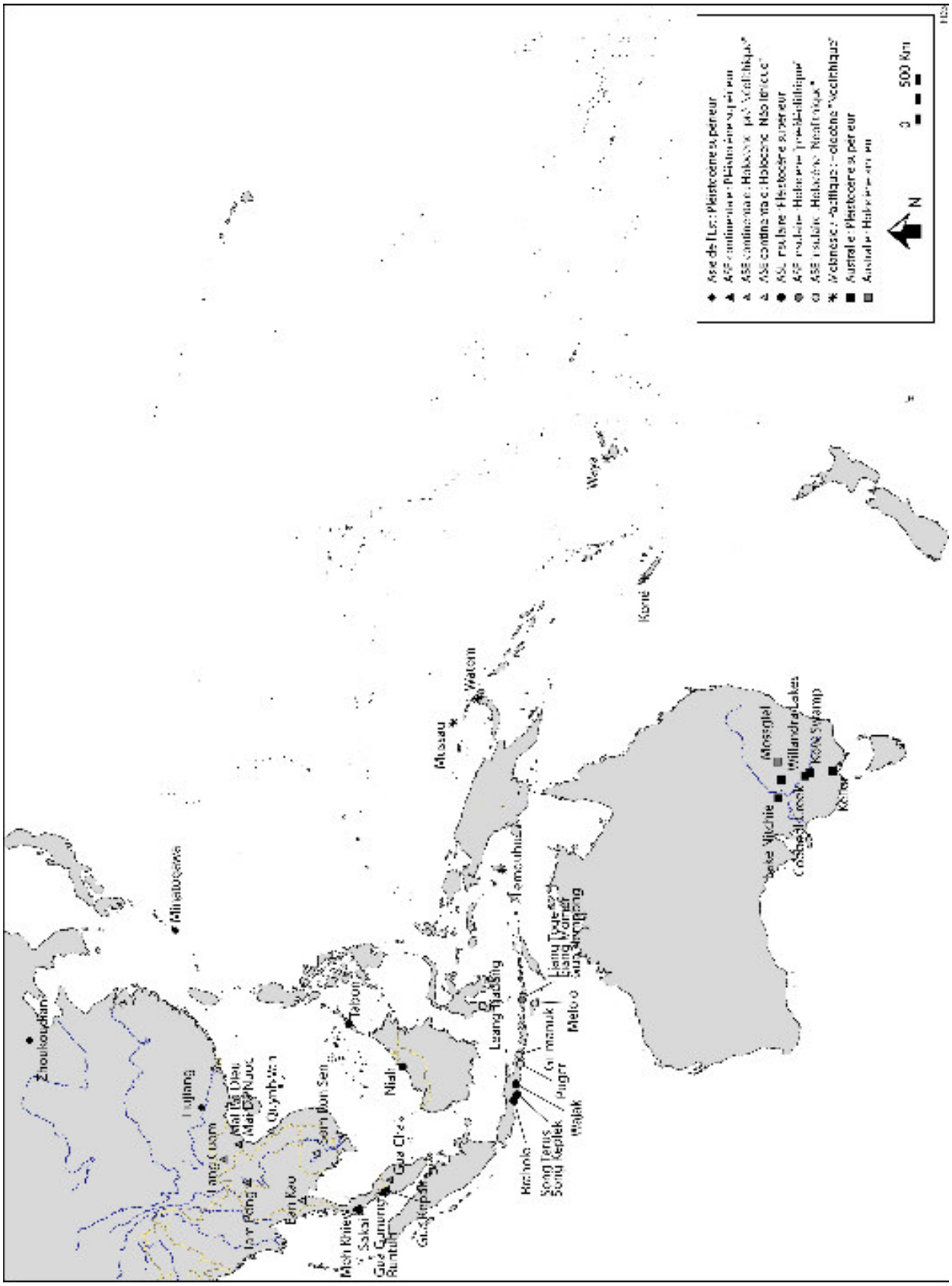
2.2. Les *Homo sapiens*

2.2.1. Données métriques inédites (nouveaux fossiles)

Les *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est récemment découverts et décrits dans le chapitre précédent sont les objets privilégiés des analyses présentées ici. La plupart de ces fossiles sont malheureusement fragmentaires et certaines données manquent sur les portions anatomiques étudiées. L'état de conservation de ces fossiles a donc joué un rôle important lors de la sélection des variables traitées. Cette sélection a été guidée en premier lieu par la cohérence et la puissance du jeu de variables en potentiel d'analyse et de description des fossiles. Mais nous avons ensuite focalisé notre attention sur la nécessité de conserver un nombre maximum de fossiles d'un bout à l'autre des analyses plutôt que sur le pouvoir discriminant de certaines mesures, tel qu'il est reconnu dans la littérature par exemple (dans une analyse multivariée, tout individu présentant au moins une valeur manquante est éliminé puisque nous n'avons pas effectué d'estimation des valeurs manquantes). La liste de ces nouveaux fossiles susceptibles d'apparaître dans les analyses est présentée dans le Tableau 38 (p.239), qui précise le degré de conservation du crâne, de la face et des dents.

Tableau 38. Liste des *Homo sapiens* fossiles récemment mis au jour en Asie du Sud-Est et étudiés dans les Analyses en Composantes Principales, l'état de conservation du crâne, de la face et des dents est précisé.

Individu	Site	Attribution chronologique	Lieu de conservation	Crâne	Face	Mandibule	Dents	
				Crâne cérébral	Face supérieure	Corps mandibulaire	Dents supérieures (G / D)	Dents inférieures (G / D)
Brahole 1	Brahole (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Purung. Pacitan	Calotte crânienne incomplète	Zygomatique		-	Aucune / I1,I2,C,P3,P4,M1,M2,
Brahole 2	Brahole (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Balai Arkeologi, Yogyakarta	Calotte crânienne quasi - complète	Face non reconstituée	Mandibule non reconstituée	Non mesurées	I1,I2,_,P3,_,M1,M2,M3 / _,_,P3,P4,M1,M2,M3
Brahole 3	Brahole (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Balai Arkeologi, Yogyakarta	Calotte crânienne quasi - complète	-	Marquent parties supérieures des branches montantes	I1,I2,_,_,_,_,_,_ / I1,_,_,_,_,_,_,_	Complètes / Complètes (endommagées pour partie)
Song Keplek 1	Song Keplek (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Pus. Pen. Ark. Nas., Jakarta	Fragments de la calotte	Fragments de maxillaire G et D	-	Complètes / , , , , ,M1,M2 M3	-
Song Keplek 4	Song Keplek (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Balai Arkeologi, Yogyakarta	Crâne complet.	Face quasi - complète	Complète	I1,_,C,P3,P4,M1,M2,M3 / I1,_,C,P3,P4,M1,M2,M3 /	Complètes / Complètes
Song Keplek 5	Song Keplek (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Purung. Pacitan	Frontal et fragments de calotte (crâne reconstruit)	Face quasi - complète	Complète (non restaurée)	I1, , ,P3,P4 ? ? ? / I1, , , ,P4,M1,M2,M3	I1,I2,C,P3,P4,M1 ? ? ? / Complètes
Song Terus 1	Song Terus (Java, Indonésie)	Holocène (Pré-Néolithique)	Purung. Pacitan	Crâne non reconstitué	Face quasi - complète	Complète	, ,C,P3,P4,M1,M2,M3 / I1,I2,C,P3,_,M1,M2,M3	,I2,C,P3,P4 M1,M2,M3 / I1,_,_,P3,P4,M1,M2 M3
WKC9181	Mch Khew (Thaïlande)	Pléistocène Supérieur	Silpakorn Univ. Bangkok	Calotte crânienne incomplète	Face quasi - complète	Complète	I1,I2,C,P3,P4, , , / Complètes	I1, ,C,P3, ,M1,M2,M3 / _I2,C,P3,P4 M1,M2,M3
WKC9182	Mch Khew (Thaïlande)	Holocène (Néolithique)	Silpakorn Univ. Bangkok	Fragments de la calotte	Maxillaire et zygomatique D	Corps mandibulaire et apophyses coronoïdes	, , , , , ,M2,M3 / _I2,C,P3,P4,M1,M2 M3	Complètes / Complètes
SKC9281	Sakai (Thaïlande)	Holocène (Néolithique)	Silpakorn Univ. Bangkok	Fragments de la calotte	Fragment de maxillaire D	Corps mandibulaire en 2 parties	-	I1,I2,C,P3,P4, , ,M3 / I1,I2,C,P3,P4,M1, , ,
SKC9283	Sakai (Thaïlande)	Holocène (Néolithique)	Silpakorn Univ. Bangkok	Fragments de la calotte	-	-	_,I2,_,_,P4,M1,M2,M3 / I1,_,C,P3,P4,M1,M2,M3	Complètes / _,_,C,P3,P4,M1,M2,M3


Asselar
Afalou
Mladeč
Cro-Magnon
Combe-Capelle
Oase
Kents Cavern
Willandra Lakes
Mossgiel
Keilor
Talgai
Coobool Creek
Lake Mungo
Lake Nitchie
Lake Tyrrell
Lake Menindee
Lake Victoria
Lake Eyre
Lake Callabonna
Lake Frome
Lake Gregory
Lake Amadeus
Lake Mackay
Lake Disappointment
Lake Carnegie
Lake Barlee
Lake Ballard
Lake Lefroy
Lake Cowan
Lake Yindarlgooda
Lake Yilgarn
Lake Deborah

2.2.2. Données métriques des fossiles de comparaison

Le but poursuivi dans ce chapitre est de pouvoir étudier le plus grand nombre d'*Homo sapiens* fossiles mis au jour en Asie de l'Est, en Asie du Sud-Est, en Australie et dans les îles du Pacifique. Les sites archéologiques ayant livré des fossiles humains (Figure 124) que nous avons pu inclure dans nos analyses morphométriques ont été présentés pour la plupart dans le premier chapitre de ce travail.

Rappelons aussi que notre base de données morphométriques a pu être complétée de deux façons : d'une part des découvertes déjà étudiées par ailleurs, dont nous avons pu examiner et mesurer les fossiles originaux (fossiles indonésiens conservés au Muséum national d'Histoire naturelle de Leiden, par exemple) ; d'autre part, lorsque nous n'avons pu étudier les originaux, les mesures ont été relevées sur des moulages (l'une des mandibules de Tabon, par exemple) ou extraites de la littérature. Dans ce dernier cas, les sources bibliographiques sont spécifiées dans la dernière colonne du Tableau 39.

Tableau 39. Liste des *Homo sapiens* fossiles étudiés dans les analyses morphométriques traditionnelles, la dernière colonne précise la source des mesures utilisées (personnelles ou extraites de la bibliographie) ; M = moyenne

Fossiles	Localisation géographique	Attribution chronologique	Datation absolue	Source des mesures
UC101	Zhoukoudian UC / Chine	Pléist. Sup.		Brown, 1999
UC102	Zhoukoudian UC / Chine	Pléist. Sup.		Suzuki *et al.*, 1982
UC103	Zhoukoudian UC / Chine	Pléist. Sup.		Suzuki *et al.*, 1982
Liujiang	Chine	Pléist. Sup.		Brown, 1999
Chine Néo. M (3500)	Chine (divers sites)	Holoc. Néo.		Brown, 1999
Chine Néo. M (4500)	Chine (divers sites)	Holoc. Néo.		Brown, 1999
Chine Néo. M (5500_6500)	Chine (divers sites)	Holoc. Néo.		Brown, 1999
Minatogawa I	Japon	Pléist. Sup.	19 250 ± 650 BP & 16 600 ± 300 BP	Suzuki *et al.*, 1982
Minatogawa II	Japon	Pléist. Sup.	*Idem supra*	Suzuki *et al.*, 1982
Minatogawa IV	Japon	Pléist. Sup.	*Idem supra*	Suzuki *et al.*, 1982
GC As33.6.7 (H10A.1)	Gua Cha / Malaisie	Holoc. Pré-Néo.		Trevor & Brothwell, 1962; Jacob, 1967
GC As33.6.11 (H12)	Gua Cha / Malaisie	Holoc. Pré-Néo.		Trevor & Brothwell, 1962
GC As33.5.1 (B1)	Gua Cha / Malaisie	Holoc. Néo.		Trevor & Brothwell, 1962
GC As33.5.3 (B8)	Gua Cha / Malaisie	Holoc. Néo.		Trevor & Brothwell, 1962
Gua Kepah M	Malaisie	Holoc. Pré-Néo.		Jacob, 1967
Perak Man	Gua Gunung Runtuh / Malaisie	Holoc. Pré-Néo.	10 120 ± 110 BP	Matsumura & Zuraina, 1999
BK.I, B.10	Ban Kao / Thaïlande	Holoc. Néo.		Sangvichien *et al.*, 1969
BK.I, B.12	Ban Kao / Thaïlande	Holoc. Néo.		Sangvichien *et al.*, 1969
BK.I, B.26	Ban Kao / Thaïlande	Holoc. Néo.		Sangvichien *et al.*, 1969
BK.I, B.37	Ban Kao / Thaïlande	Holoc. Néo.		Sangvichien *et al.*, 1969

Fossiles	Localisation géographique	Attribution chronologique	Datation absolue	Source des mesures
MKC91B1	Moh Khiew / Thaïlande	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
MKC91B2	Moh Khiew / Thaïlande	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
SKC92B3	Sakai / Thaïlande	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
Mai Da Nuoc	Vietnam	Holoc. Pré-Néo.		Cuong, 1986
Mai Da Dieu	Vietnam	Holoc. Pré-Néo.		Cuong, 1986
QVM 15	Quynh Van / Vietnam	Holoc. Néo.		Nguyen Duy & Nguyen Quang Quyen, 1966
Som Ron Sen	Cambodge	Holoc. Néo.		Demeter *et al.*, 2000
Tam Pong (IPH)	Laos	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
Tabon (mandibule)	Palawan / Philippines	Pléist. Sup.		Personnelles, moulage
Gilimanuk M	Bali / Indonésie	Holoc. Néo.		Jacob, 1967
Gua Nempong	Flores / Indonésie	Holoc. Néo.		Personnelles, original
Liang Momer E	Flores / Indonésie	Holoc. Néo.		Personnelles, original
Liang Toge	Flores / Indonésie	Holoc. Néo.		Personnelles, original
Melolo M	Sumba / Indonésie	Holoc. Néo.		Jacob, 1967
Leang Tjadang M	Sulawesi / Indonésie	Holoc. Néo.		Jacob, 1967
Braholo 5	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
Song Keplek 4	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.	5900 ± 180 BP	Personnelles, original
Song Keplek 5	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.	7020 ± 120 BP	Personnelles, original
Song Terus 1	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.		Personnelles, original
Wajak 1	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.	6560 ± 140 BP & 10560 ± 75 BP	Personnelles, original
Wajak 2	Java / Indonésie	Holoc. Pré-Néo.	*Idem supra*	Personnelles, original
Puger M	Java / Indonésie	Holoc. Néo.		Jacob, 1967
Cc_fem	Coobool Creek / Australie	Pléist. Sup.	de 9000 à 13000 BP	Brown, 1989; 1999
Cc_mal	Coobool Creek / Australie	Pléist. Sup.	de 9000 à 13000 BP	Brown, 1989; 1999
Cohuna	Australie	Pléist. Sup.		Brown, 1998-2002
Kanalda	Kow Swamp (?) / Australie	Holoc. Ancien ?		Brown, 1998-2002
Keilor	Australie	Pléist. Sup.	12000 ± 100 BP	Brown, 1998-2002
KS1	Kow Swamp / Australie	Pléist. Sup.	10070 ± 250 BP	Brown, 1998-2002
KS2	Kow Swamp / Australie	Pléist. Sup.		Brown, 1998-2002
KS3	Kow Swamp / Australie	Pléist. Sup.		Brown, 1998-2002
KS5	Kow Swamp / Australie	Pléist. Sup.		Brown, 1998-2002
KS16	Kow Swamp / Australie	Pléist. Sup.		Brown, 1998-2002
Lake Nitchie	Australie	Pléist. Sup.	15300 BP / 6600 BP	Brown, 1998-2002
Mossgiel	Australie	Holoc. Ancien	6010 ± 125 BP	Brown, 1998-2002
Lemdubu*	Aru / Indonésie orientale	Holoc. Néo.		Personnelles, original / D. Bulbeck, dents
Koné WKO-013B	Nlle Calédonie	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001
Koné WKO-013C	Nlle Calédonie	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001
Mussau	Ile Mussau / Pap. Nlle Guinée	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001
Watom 3	Ile Watom / Pap. Nlle Guinée	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001
Watom 6	Ile Watom / Pap. Nlle Guinée	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001
Waya Y2-25-1	Iles Fiji	Holoc. Néo.		Valentin *et al.*, 2001

* **de nouvelles datations indiqueraient un âge bien plus ancien pour le fossile de Lemdubu (> 15 000 ans BP ; Spriggs, *comm. pers.*, Septembre 2002)**

2.2.3. Répartition chronologique et géographique de l'échantillon

Notre échantillon total a été scindé en plusieurs sous-groupes chronologiques et géographiques. Rappelons que ce découpage n'intervient en rien dans les analyses statistiques, mais seulement au moment de l'interprétation des résultats. Pour plus de clarté, ces sous-ensembles sont généralement indiqués sur les représentations graphiques des ACP, permettant ainsi de dégager rapidement d'éventuelles ressemblances morphométriques pouvant concorder - ou non - avec les données chronologiques et géographiques.

2.2.3.1. Détermination des aires géographiques

Pour distinguer des sous-ensembles géographiques, la démarche suivie est basée sur les zones paléo-biogéographiques reconnues dans la littérature pour le Pléistocène supérieur, l'Holocène et l'actuel. La cohérence archéologique et linguistique des groupes a également été testée lorsque des informations étaient disponibles. Ces divers éléments utiles au découpage des sous-ensembles géographiques ayant déjà été présentés dans le *Chapitre 1* ne sont pas rappelés ici.

Les zones suivantes ont été distinguées (Figure 125) du nord au sud et de l'ouest à l'est :

- Asie de l'Est : correspondant à la Chine et au Japon actuels ;
- Asie du Sud-Est continentale : Vietnam, Laos, Cambodge, Thaïlande, Malaisie péninsulaire ;
- Asie du Sud-Est insulaire : Philippines, Malaisie insulaire (Sarawak), Indonésie (exception faite de la Papouasie indonésienne et des petites îles les plus à l'est de l'archipel incluses dans le sous-groupe suivant) ;
- Mélanésie et Pacifique proche : Papouasie Nouvelle Guinée, Iles Salomon, Vanuatu, Nouvelle Calédonie, Fiji ;
- Australie : Australie, Tasmanie.

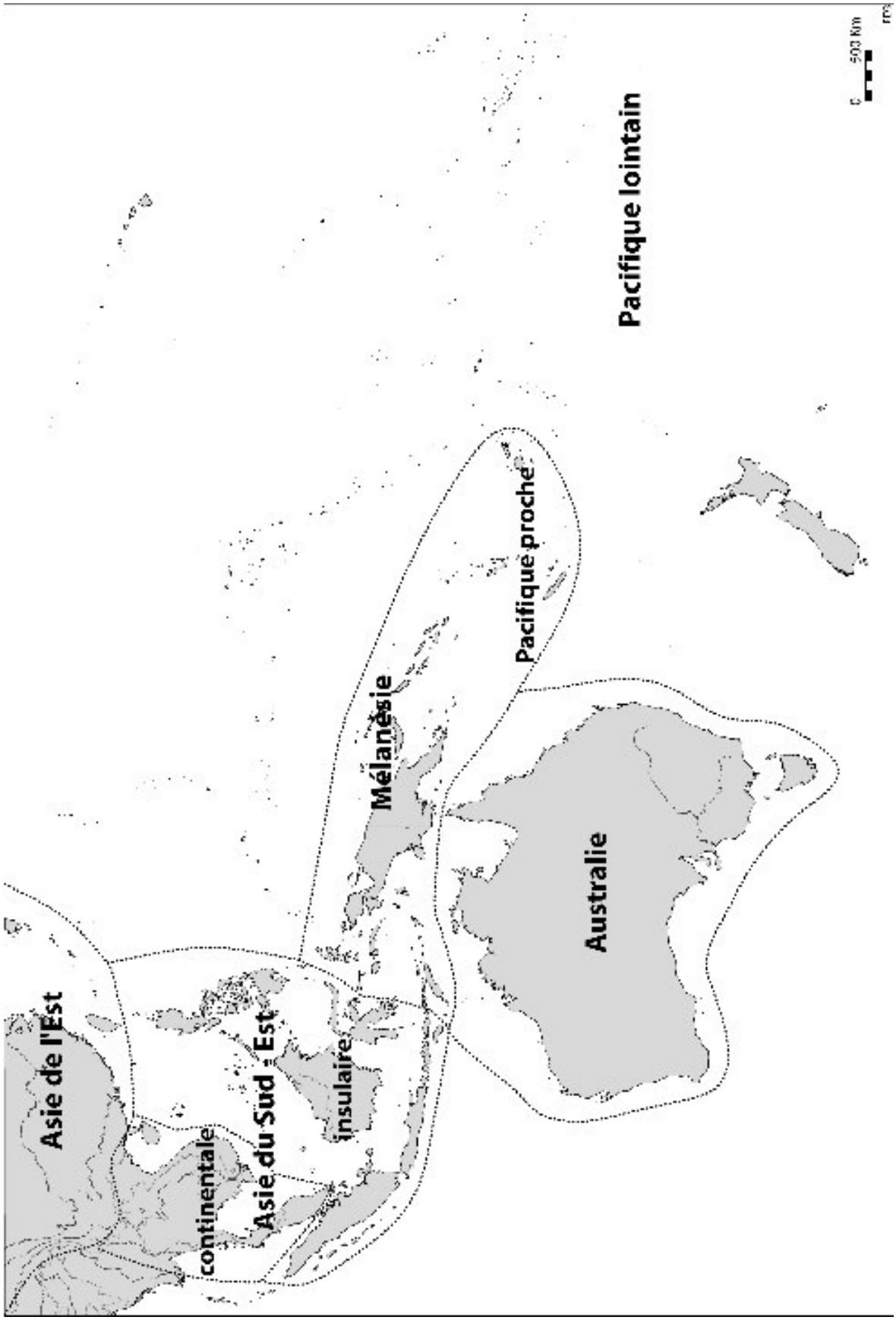


Figure 125. Carte de l'Asie orientale au Pacifique : détail des sous-ensembles géographiques dans lesquels se répartissent les *Homo sapiens* fossiles étudiés.

2.2.3.2. Détermination des sous-ensembles chronologiques

Pour les raisons d'hétérogénéité des datations évoquées précédemment, un découpage de notre échantillon fossile total en sous-ensembles chronologiques précis est impossible. Il apparaît cependant très important de pouvoir déceler rapidement d'éventuelles évolutions morphométriques corrélées avec le temps. Nous avons donc opté pour un découpage respectant, dans la mesure du possible, une logique archéologique régionale.

La limite Pléistocène supérieur / Holocène est très importante puisque de nombreux travaux montrent des changements paléo-environnementaux marqués dans toute la région sud-est asiatique (*cf. Chapitre 1*) ainsi qu'en Australie (faunes, pollen, industries voir par notamment Allen & O'Connell, 1995). Cette limite est repérée grâce aux datations absolues – lorsque celle-ci sont disponibles – des fossiles ou des niveaux stratigraphiques dans lesquels ils ont été mis au jour.

Cependant, le plus grand nombre des fossiles datent de l'Holocène et c'est au cours de cette période que d'importantes modifications des populations humaines sont supposées (Expansion des Austronésiens et/ou remplacement des Australomélanésiens par des Mongoloïdes : *cf. Chapitre 1*). L'Holocène a été scindé en deux sous-ensembles chronologiques sur des bases archéologiques. Le critère choisi est la présence ou l'absence d'éléments archéologiques simples pouvant indiquer un contexte néolithique (tels que des industries lithiques polies ou encore des poteries). La distinction est donc faite entre un « Holocène pré-néolithique » et un « Holocène néolithique » en fonction des objets mis au jour dans les niveaux stratigraphiques ayant livré chaque reste humain. A bien des égards, un tel découpage peut-être critiqué. L'absence du contexte archéologique ou son enregistrement déficient pour certains fossiles, ou encore la définition même du Néolithique dans des régions aussi variées que celles où se situe cette analyse sont autant d'obstacles à une distinction objective. Cependant il nous semble qu'une telle limite prend tout son sens dans ce travail, dans la mesure où les migrations humaines sont souvent en relation avec l'apparition locale d'innovations culturelles (Expansion des Austronésiens : *cf.* Chapitre 1). En quelque sorte, cette limite du Néolithique est flottante au cours du temps, d'un sous-groupe géographique à l'autre.

Cette distinction est en revanche impossible à appliquer aux fossiles australiens, le Néolithique (au sens archéologique) n'étant pas représenté en Australie. Lorsque des datations directes le permettent, les fossiles « holocènes anciens » ont été distingués des individus « holocènes récents ».

2.2.3.3. Contraintes inhérentes aux petits effectifs et au dimorphisme sexuel

Les effectifs de ces sous-ensembles restent faibles et hétérogènes entre eux, limitant les possibilités de tests statistiques. Lorsque des tendances se dessinent dans les analyses, il a donc rarement été possible de les tester statistiquement (analyses de variances – ANOVA – notamment). Ces tests se révèlent de toute façon peu robustes en raison des biais introduits par les différences d'effectifs des deux sexes (pourcentage d'hommes et de femmes) au sein de chaque groupe.

Le sexe n'a pu être déterminé avec certitude que sur trop peu d'individus fossiles analysés, aussi bien parmi les découvertes récentes que parmi les fossiles de comparaison (exception faite des fossiles de Coobool Creek, pour lesquels P. Brown disposait d'un nombre d'individus acceptable pour tenter une distinction des dimorphes que nous avons conservée). En conséquence, le sexe des spécimens est *a priori* inconnu et des déséquilibres véritables mais masqués entre les sous-groupes peuvent fausser nos comparaisons géographiques et chronologiques *post-analyses*. Nous ne pouvons pas tenir compte de ces dimorphismes sexuels, pourtant, il est peu probable que leur amplitude soit équivalente dans tous les sous-ensembles. Il est par exemple reconnu que les Australiens actuels, et plus encore fossiles, sont particulièrement dimorphes aussi bien en terme de taille qu'au niveau de la robustesse morphologique globale (Fenner, 1939 ; Larnach & Freedman, 1964 ; Freedman, 1964 ; Thorne, 1976 ; Kirk & Thorne, 1977 ; Smith *et al.*, 1981 ; Kirk, 1981 ; Pietrusewsky, 1984).

A posteriori, nous avons effectivement constaté dans nos analyses que les différences reliées au sexe étaient surtout sensibles sur les composantes principales affectées par un effet de taille (la première composante, en général). Nous retrouvons finalement les critères métriques utilisés pour la détermination du sexe de ces fossiles (Larnach & Freedman, 1964 et Brown, 1989 pour une application aux spécimens de Coobool Creek).

3. METHODES

3.1. Les méthodes d'analyse

3.1.1. Buts poursuivis

Nous ne chercherons pas dans cette partie à distinguer systématiquement les différences de conformation des différences de taille entre les individus (toujours selon l'équation « forme = taille + conformation »). Les changements de taille (globale ou relative) depuis le Pléistocène supérieur sont en effet des phénomènes souvent discutés pour les populations préhistoriques successives de notre région d'étude (voir par exemple Thorne, 1971 & 1976 ; Smith, 1979 ; Brace, 1980 ; Bulbeck, 1981 ; Brown, 1987 ; Brace & Hunt, 1990) et nous cherchons ici à les mettre en évidence. Pour toutes les portions anatomiques étudiées (calotte crânienne, face supérieure, mandibule et dents) les tendances à la réduction (ou à l'augmentation) de la taille au cours du temps doivent être mises en évidence dans les analyses. L'utilisation des Analyses en Composantes Principales sur des mesures brutes (les indices ne sont pas utilisés) est donc appropriée.

3.1.2. L'Analyse en Composantes Principales, quelques rappels

L'Analyse en Composantes Principales est une méthode statistique assez ancienne puisque ses bases ont été proposées dès le début du XXème siècle par Pearson. De même que pour toutes les méthodes statistiques multivariées, l'avènement des ordinateurs a par la suite facilité sa mise en œuvre dans de nombreux champs d'application, dont la paléontologie.

Le but premier des ACP, et de toutes les analyses multivariées d'une manière générale, est de tenter de simplifier l'analyse de plusieurs variables pour plusieurs individus en un jeu de quelques nouvelles variables composites (les composantes principales), et de résumer ainsi les informations contenues dans un jeu de données volumineux.

La réduction du nombre de données, donc de variables, à analyser et / ou observer graphiquement est ici indispensable. En effet, l'analyse morphométrique devrait, dans l'absolu, se faire dans autant de dimensions que l'on possède de variables. Par exemple, avec une variable, il est possible de réaliser un histogramme ; avec deux variables, un graphique bivarié complété d'une régression pour connaître la relation qui lie les deux variables pour l'échantillon d'individus étudiés. Avec trois variables, il est encore possible de projeter les individus dans des graphiques en 3D mais l'analyse visuelle des relations entre groupes d'individus ou variables se complique déjà beaucoup (un graphique, imprimé sur une feuille ou projeté sur un écran, restera toujours en 2D). Au-delà de trois variables, il est impossible d'espérer obtenir une représentation graphique simple des données. Plusieurs méthodes de représentation simultanée d'un grand nombre de variables (supérieur à 3) ont pourtant été proposées. Une utilisation de la méthode des « faces de Chernoff » en paléoanthropologie a d'ailleurs été récemment utilisée par Brown (1999). Cette technique permet de représenter chaque variable pour un individu ou un groupe d'individus par la forme et / ou la taille d'un élément donné d'une petite figure humaine. Si le résultat visuel reste intéressant, il nous semble cependant que cette application à des mesures crâniennes puisse se révéler particulièrement trompeuse dans la mesure où il n'y a aucun rapport entre l'apparence des figures de Chernoff obtenues et la morphologie crânienne réelle qu'elle synthétise.

Si l'on désirait explorer exhaustivement les relations de x variables pour n individus au moyen de graphiques bivariés et de régressions linéaires, il serait nécessaire d'effectuer [(x-1)+(x-2)+(x-3)+…+1] projections bivariées. Une ACP permet d'appréhender assez aisément un grand nombre de variables, de dégager leurs relations principales et enfin d'observer le comportement des individus vis à vis de ces variables.

En résumé, les analyses en composantes principales permettent de :

- réduire efficacement le nombre de variables,
- mettre en évidence les relations existant entre les variables (certaines sont peut être redondantes, d'autres peuvent apporter un bruit de fond néfaste aux analyses),
- tenter d'expliquer ce qu'expriment les variables sur les individus ou groupes d'individus.

Les analyses en composantes principales présentées dans ce chapitre sont normées, c'est à dire que les nuages de variables / individus sont centrés réduits, en passant par la matrice des corrélations. Ces analyses sont effectuées sur les dimensions brutes, nous n'avons pas inclus d'indice puisque les ACP permettent justement d'étudier les

comportements des variables les unes par rapport aux autres, pour les individus sélectionnés.

Rappelons aussi que les valeurs manquantes n'ont pas été estimées. Dans certains cas, il est possible de recalculer quelques valeurs manquantes pour des individus par exemple au moyen de régressions multiples. Cependant, ces méthodes peuvent être appliquées lorsque le nombre de spécimens étudiés est important et que l'on connaît plus ou moins la population d'origine de l'individu incomplet. Ces conditions ne sont pas remplies dans ce travail. Nous avons donc choisi de ne pas estimer les valeurs manquantes pour ne pas biaiser les analyses ni leur ajouter un trop fort bruit de fond. Les estimations de valeurs manquantes restent toujours en effet approximatives.

Le même mode de présentation a été adopté pour chaque portion anatomique étudiée. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux (matrice de corrélations, valeur propre et variance expliquée de chaque composante principale) puis sous forme de graphiques des projections des variables et des individus sur les plans les plus intéressants. Afin de rendre les projections plus facilement lisibles, les variables et les individus ne sont pas projetés sur le même graphique. La projection des individus a été privilégiée mais la projection des poids factoriels des variables est proposée graphiquement en encadré pour chaque plan.

3.2. Les variables analysées

Pour chaque individu fossile, un nombre maximum de dimensions crâniennes, mandibulaires et dentaires a été relevé. Dans le cas idéal d'un spécimen complet, sont enregistrées :

- 38 dimensions crâniennes : cordes, arcs et épaisseurs décrivant le neurocrâne et la face supérieure (Tableau 40) ;

Tableau 40. Liste et définition des variables métriques crâniennes (neurocrâne et face supérieure) relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles

Abréviation des mesures	**Martin & Saller (1957)**	**Howells (1973a)**	**Définition des mesures**
GOL	M 1	GOL	longueur (corde) de la glabelle à l'opisthocranion
BNL	M 5	BNL	distance (corde) du basion au nasion
XCB	M 8	XCB	largeur crânienne maximale (au niveau des temporaux)
MFB	M 9	-	largeur frontale minimale
XFB	M 10	XFB	largeur frontale maximale le long de la suture coronale
STB	M 10b	STB	largeur bi - stéphanion
AUB	M 11	AUB	largeur bi - auriculaire
ASB	M 12	ASB	largeur bi - astérionique
BBH	M 17	BBH	hauteur (corde) du basion au bregma
FRA	M 26	-	distance (arc) du nasion au bregma
PAA	M 27	-	distance (arc) du bregma au lambda
OCA	M 28	-	distance (arc) du lambda à l'opisthion
FRC	M 29	FRC	longueur (corde) du nasion au bregma
PAC	M 30	PAC	longueur (corde) du bregma au lambda
OCC	M 31	OCC	distance (corde) du lambda à l'opisthion
LAIN	M 31-1	-	distance (corde) du lambda à l'inion
BPL	M 40	BPL	distance (corde) du basion au prosthion
SOB	M 43	-	largeur frontale maximale d'un fronto-malaire temporal (fmt) à l'autre
ZYB	M 45	ZYB	largeur bi - zygomatique
NAPR	M 48	-	hauteur du nasion au prosthion
OBB	M 51	-	largeur de l'orbite
OBH	M 52	OBH	hauteur de l'orbite
NLB	M 54	NLB	largeur de l'ouverture nasale
NANP	M 55	-	hauteur du nasion au nasospinal
ALL	M 60	-	longueur (alvéolaire) du palais
ALB	M 63	-	largeur (au niveau des M2) du palais
EKB	-	EKB	largeur bi - ectoconchion
ALBc	-	-	largeur (au niveau des C) du palais
NPPR	-	-	hauteur du nasospinal au prosthion
MDH	-	MDH	hauteur de l'apophyse mastoïdienne
MFT	-	-	épaisseur frontale médiale
PBRT	-	-	épaisseur pré - bregmatique
BRT	-	-	épaisseur au bregma
VXT	-	-	épaisseur au vertex du crâne
LAT	-	-	épaisseur au lambda
PAET	-	-	épaisseur à la bosse pariétale
AST	-	-	épaisseur à l'astérion
EOPT	-	-	épaisseur à la protubérance occipitale externe

- 14 dimensions mandibulaires : distances, arcs et épaisseurs décrivant la mandibule (Tableau 41) ;

Tableau 41. Liste et définition des variables métriques mandibulaires relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles

Abréviation des mesures	**Martin & Saller (1957)**	**Définition des mesures**
SYH	M 69	hauteur à la symphyse
SYT	-	épaisseur à la symphyse
MBH	M 69-2	hauteur du corps au niveau M1 / M2
MBT	-	épaisseur du corps au niveau M1 / M2
BICB	M 65	largeur bi - condylienne
BIGB	M 66	largeur bi - goniaque
MDL	M 68-1	longueur de la mandibule
COL	M 68	longueur du corps mandibulaire
RAH	M 70	hauteur du ramus
RMAB	-	largeur maximale du ramus
RMIB	M 71a	largeur minimale du ramus
BIM1A	-	arc d'une M1 à l'autre
BIM2A	-	arc d'une M2 à l'autre
BIM3A	-	arc d'une M3 à l'autre

- Le diamètre bucco-lingual et mésio-distal de chaque dent (Tableau 42). Dans notre base de données, nous avons regroupé le diamètre labio-lingual des dents antérieures (I1, I2, C) et le diamètre vestibulo-lingual des dents jugales (P3, P4, M1, M2, M3) sous l'appellation unique « diamètre bucco-lingual (BL) ».

Tableau 42. Liste et définition des variables métriques dentaires relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles (MX=maxillaire ; MDB=mandibule)

Abréviation des mesures	**Définition des mesures**
MX/MDB dent MD	diamètre mésio - distal
MX/MDB dent BL	diamètre bucco - lingual

4. ANALYSES

4.1. Le neurocrâne : ACP des dimensions de la calotte crânienne

4.1.1. Les variables

Une analyse en composantes principales a été effectuée sur 6 mesures de la calotte crânienne. Il s'agit de 3 longueurs : longueur crânienne maximale (GOL), longueur du frontal (FRC), longueur des pariétaux (PAC) ; et de 3 largeurs : largeur crânienne maximale (XCB), largeur frontale minimale (MFB) et largeur bi-astérionique (ASB). L'étude de ces variables permet d'envisager la caractérisation de la forme (conformation + taille) d'ensemble de la calotte crânienne en termes d'allongement et d'élargissement relatif pour chacun de nos échantillons géographiques et chronologiques (Figure 126).

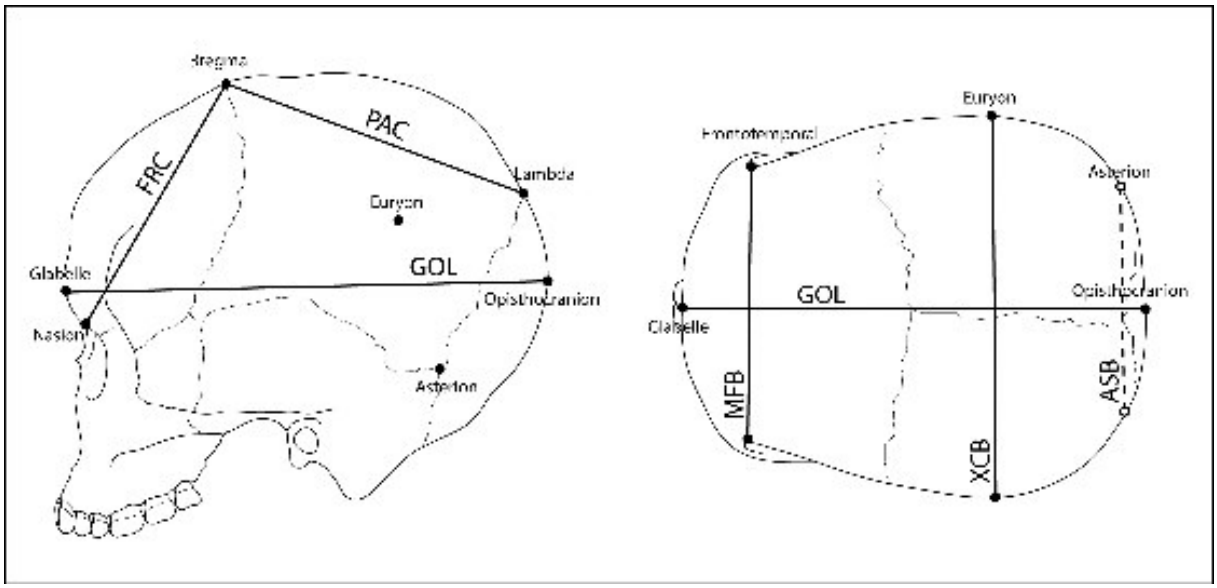


Figure 126. Localisation des mesures incluses dans l'ACP des dimensions du neurocrâne (FRC : corde frontale ; PAC : corde pariétale ; GOL : longueur crânienne maximale ; MFB : largeur frontale minimale ; XCB : largeur crânienne maximale ; ASB : largeur bi-astérionique)

Tableau 43. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Matrice des corrélations des 6 variables pour les 24 individus

Variables	XCB	GOL	ASB	FRC	MFB	PAC
XCB	1	0,33	0,2	0,12	0,12	0,04
GOL	0,33	1	0,24	0,67	0,04	0,61
ASB	0,2	0,24	1	0,29	0,08	0,35
FRC	0,12	0,67	0,29	1	0,18	0,49
MFB	0,12	0,04	0,08	0,18	1	0,26
PAC	0,04	0,61	0,35	0,49	0,26	1

Tableau 44. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Valeurs propres des 6 composantes principales

Composantes principales	Valeurs propres	% de la variance totale	Valeurs propres cumulées	Pourcentages cumulés
1	2,512584	41,8764	2,512584	41,8764
2	1,004592	16,7432	3,517176	58,6196
3	0,983269	16,38781	4,500445	75,0074
4	0,819336	13,65561	5,319781	88,663
5	0,489393	8,15655	5,809174	96,8196
6	0,190826	3,18043	6	100

Tableau 45. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids factoriels des variables sur les composantes principales

Variable	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
XCB	0,366826	0,865385	-0,23196	0,199879	0,082826	0,126212
GOL	0,849512	0,066935	0,27879	0,306223	0,082095	-0,309214
ASB	0,541234	0,212872	0,000214	-0,803676	-0,101749	-0,07418
FRC	0,802397	-0,181309	0,152018	0,171417	-0,489931	0,175386
MFB	0,311824	-0,235039	-0,910203	0,070276	-0,071287	-0,095037
PAC	0,788887	-0,343205	0,012654	-0,073448	0,469388	0,184358
Var. Expl.	2,512584	1,004592	0,983269	0,819336	0,489393	0,190826
Prp. Tot.	0,418764	0,167432	0,163878	0,136556	0,081565	0,031804

En ce qui concerne les fossiles australiens, une réduction importante des dimensions du crâne au cours du temps a déjà été mise en évidence par plusieurs auteurs (Thorne, 1971, 1976 & 1977 ; Thorne & Wilson, 1977 ; Bulbeck, 1981 ; Brown, 1987 & 1989). Deux hypothèses ont été évoquées pour expliquer cette réduction de taille : une évolution locale (Bulbeck, 1981 & 1982) et une, ou plusieurs, vagues de migration d'individus plus graciles (Thorne, 1976 ; Thorne & Wolpoff, 1981 ; Wolpoff *et al.*, 1984). Nous espérons donc ici analyser la situation dans le même temps pour les fossiles sud-est asiatiques.

4.1.2. Les individus

Vingt-deux individus et deux moyennes (moyenne des hommes et moyenne des femmes de Coobool Creek) sont inclus dans cette analyse. En effet un grand nombre de spécimens sont incomplets et donc éliminés des calculs. Les fossiles sud-est asiatiques sont toutefois bien représentés (9 individus), apparaissent notamment Braholo 5, Song Keplek 4 et MKC91B1.

4.1.3. L'analyse

La matrice des corrélations des 6 variables pour les 24 individus indique que les variables sont assez peu corrélées entre elles, aucune variable n'est donc redondante dans cette analyse (Tableau 43). Notons toutefois que les longueurs sont les variables entre lesquelles les corrélations sont les plus fortes. Ainsi, les longueurs de l'os frontal et des pariétaux sont toutes deux corrélées à la longueur crânienne maximale (respectivement 0,67 et 0,61), mais restent assez peu corrélées l'une à l'autre (0,49).

Six composantes peuvent être extraites pour cette ACP puisque nous disposons de 6 variables. Le cumul des 4 axes principaux permet d'expliquer 88,7 % de la variance totale (Tableau 44). Au delà, la valeur propre chute à moins de 0,5 pour la cinquième composante (soit un peu plus de 8% de la variance totale exprimée).

Nous examinerons attentivement les plans formés par les 3 premières composantes principales (75% de la variance totale). Cependant, l'observation des poids factoriels des variables sur les axes principaux (Tableau 45) attire notre attention sur l'axe principal 5 le long duquel les longueurs du frontal et des pariétaux s'expriment de façon opposée.

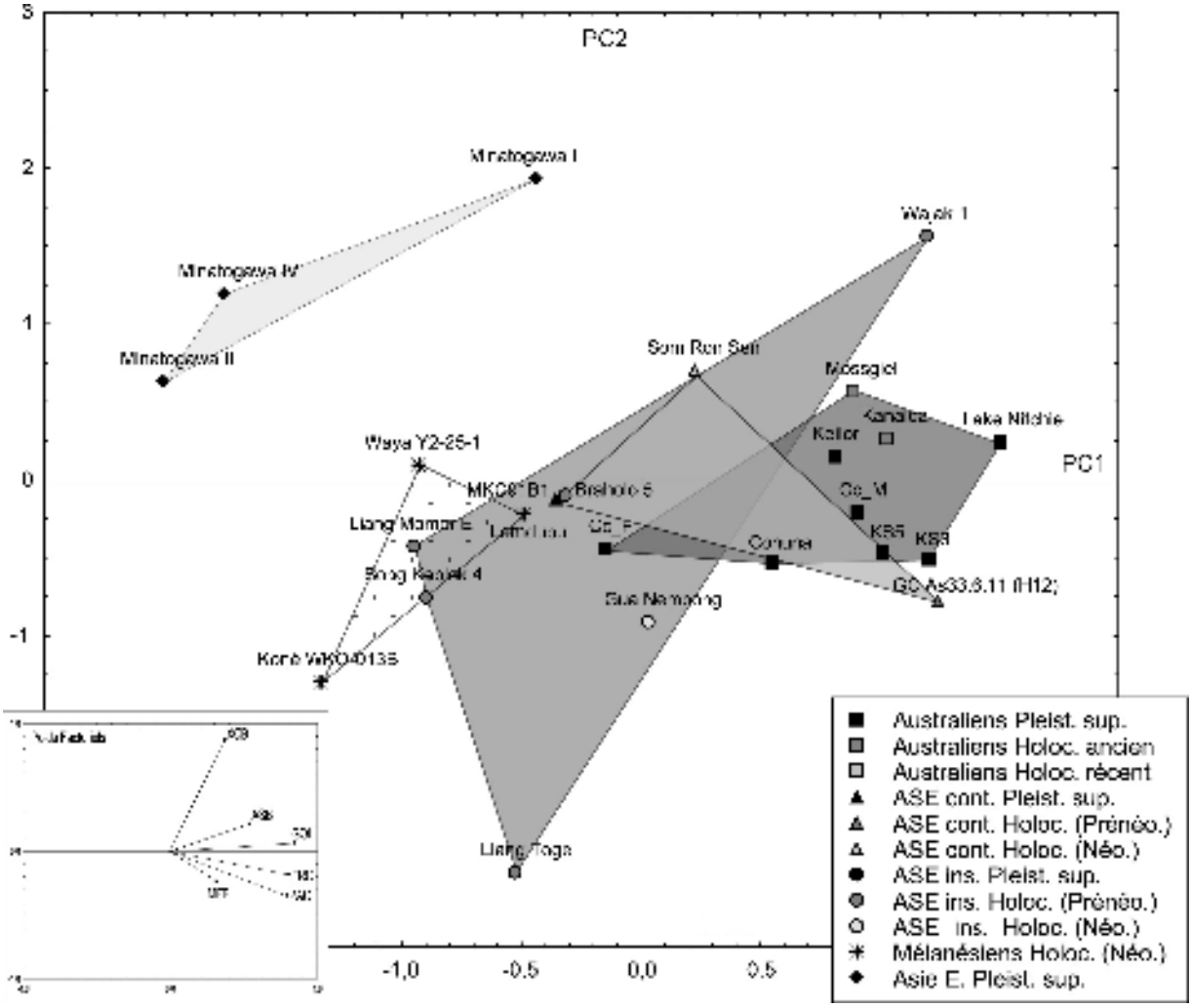


Figure 127. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (41,9%) et 2 (16,7%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

4.1.3.1. Plan CP1/CP2 (Figure 127)

Poids factoriels des variables

L'observation de la projection des variables sur les axes 1 et 2 (Figure 127, en médaillon) indique un effet de taille assez net. Les six variables sont corrélées à la composante principale 1, à l'exception de la largeur crânienne maximale (XCB). En particulier, la longueur crânienne maximale (GOL) et les longueurs frontale (FRC) et pariétale (PAC) s'expriment fortement le long des valeurs positives de cette première composante principale. Les crânes longs (en valeurs absolues) se trouvent donc vers la droite

de l'axe 1 alors que les crânes courts sont projetés sur la gauche de l'axe (valeurs négatives). L'axe principal 2 est lui nettement corrélé à la largeur crânienne maximale (XCB), les crânes larges sont projetés vers le haut de l'axe.

Répartition des individus

Deux groupes opposés se distinguent assez nettement le long de la première composante principale. Sur la droite de l'axe, on trouve les fossiles australiens dont les crânes présentent de grandes dimensions, tandis que les fossiles japonais (Minatogawa), « mélanésiens » (Waya et Koné) et indonésiens (Song Keplek 4, Liang Momer E) sont projetés du côté des valeurs négatives de cet axe. Leurs crânes, de petites dimensions, sont particulièrement courts. La projection des valeurs moyennes pour les hommes et les femmes de Coobool Creek permet de mettre en évidence un net dimorphisme de taille chez ces fossiles australiens. Le long de la deuxième composante principale, Wajak 1 et Minatogawa I se distinguent des autres individus par leur forte largeur crânienne, tandis que Liang Toge, en bas de l'axe 2, montre un crâne particulièrement étroit. Cette dernière observation amène à envisager une sous-évaluation de la largeur crânienne maximale de ce crâne, en partie endommagé.

Les fossiles d'Asie du Sud-Est sont très largement dispersés sur ce plan. Wajak 1 se distingue nettement des autres par ses très grandes dimensions crâniennes, il est aussi long et plus large que les crânes des fossiles australiens. De même, le crâne As33.6.11. de Gua Cha est l'un des plus longs de notre échantillon fossile. En revanche, Braholo 5, Song Keplek 4 et Liang Momer E sont groupés vers le centre du plan, avec des valeurs légèrement négatives pour la composante principale 1. Dans ce petit groupe se trouve également l'individu 1 de Moh Khiew, Lemdubu, Waya ainsi que la moyenne des femmes de Coobool Creek, juste en périphérie.

Si l'on considère l'âge des fossiles, il est particulièrement intéressant de noter la position intermédiaire de Som Ron Sen et de Gua Nempong (les deux plus récents fossiles sud-est asiatiques de cette analyse) entre le petit groupe d'asiatiques plus anciens précédemment décrit et les fossiles australiens. En terme de dimensions crâniennes absolues, on ne constate donc pas de réduction de taille au cours du temps sur ce premier plan.

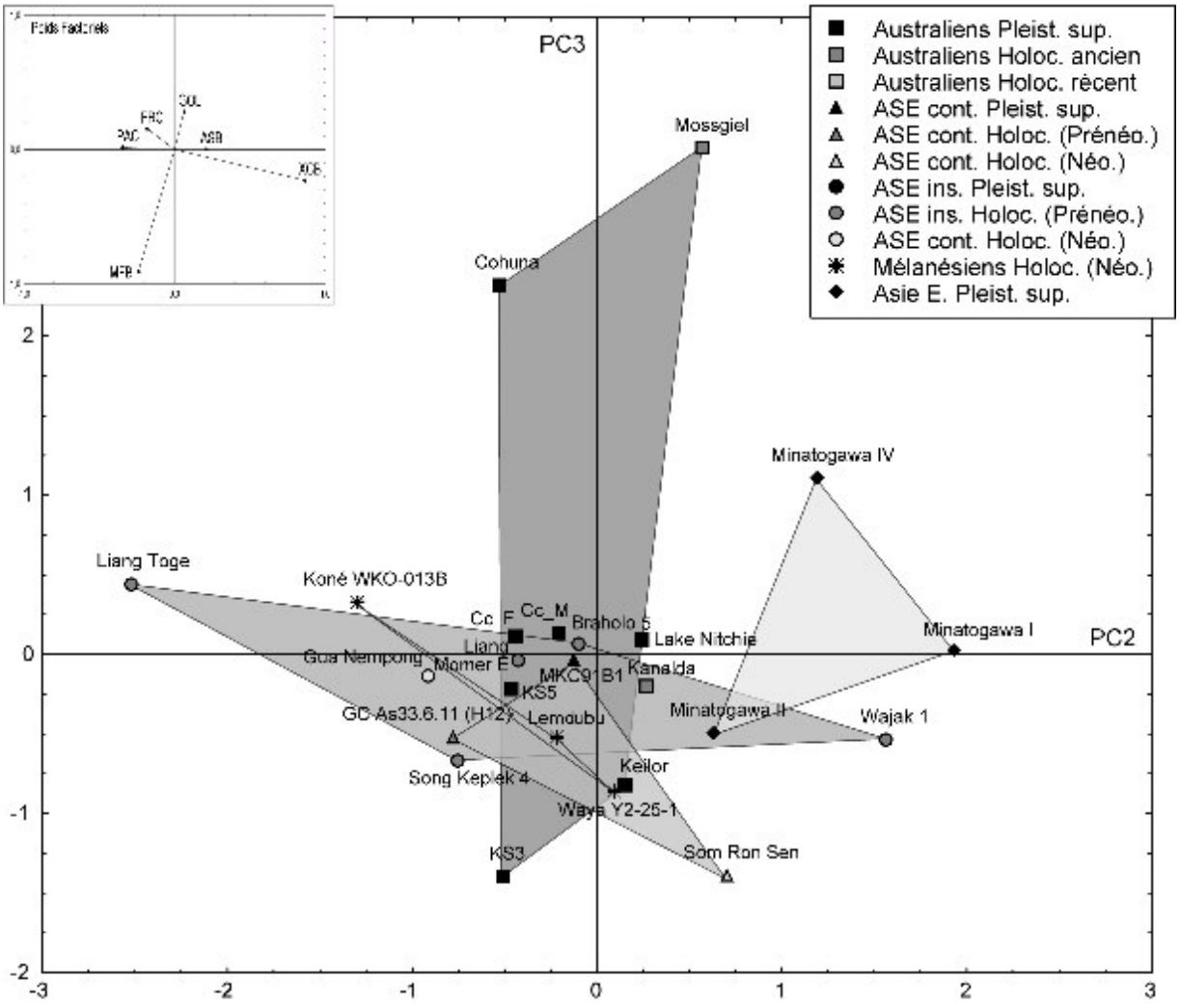


Figure 128. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (16,7%) et 3 (16,4%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

4.1.3.2. Plan CP2/CP3 (Figure 128)

Comme nous l'avons vu, la première composante principale est fortement affectée par un effet de taille. Après avoir observé, sur le premier plan (CP1/CP2), les changements de taille crânienne absolue au cours du temps et en fonction des provenances géographiques de nos individus, la projection des individus sur le plan formé par les composantes 2 et 3 est ici décrite et interprétée. Ce plan exprime 33,1% de la variance totale.

Poids factoriels des variables

Les poids factoriels des variables sur les axes 2 et 3 sont représentés, en encadré, sur la Figure 128. Comme nous venons de le voir, la largeur crânienne maximale (XCB) s'exprime

fortement sur la deuxième composante principale. L'axe 3 est quant à lui très corrélé (négativement : -0,91) à la largeur frontale minimale (MFB). La combinaison de ces deux composantes principales nous permet donc d'apprécier la variabilité des fossiles en termes de largeurs crâniennes absolues et relatives. Il convient à ce propos de rappeler que les spécimens présentant de fortes valeurs pour la variable MFB sont effectivement larges à ce niveau (en valeur absolue) et ne présentent donc pas de constriction post-orbitaire marquée. C'est la confrontation et la comparaison des valeurs pour ces deux largeurs qui permet d'apprécier l'amplitude de la constriction (« largeurs relatives »).

Répartition des individus

Dans le quart inférieur droit du plan se trouvent l'individu II de Minatogawa, Som Ron Sen et surtout Wajak 1 qui présentent des crânes larges à tous les niveaux. A l'opposé, à l'extrême gauche de la composante principale 2, on remarque encore une fois Liang Toge en position très isolée, « anormale », due à la sous-estimation de la largeur crânienne maximale. L'observation la plus intéressante au niveau de cette projection est la position isolée des deux crânes australiens Cohuna et Mossgiel. Ces deux individus sont situés très haut sur l'axe 3, rendant compte de très faibles largeurs post-orbitaires, par rapport à l'ensemble des individus inclus dans cette analyse. Il faut rappeler ici que plusieurs auteurs ont avancé l'hypothèse de déformations crâniennes artificielles, vraisemblablement rituelles, pour expliquer la morphologie particulière de certains crânes fossiles australiens (Brown, 1989 ; Brown, 1992 ; Webb, 1995 ; Anton & Weinstein, 1999). Cette hypothèse est discutée plus en détail dans l'analyse des conformations crâniennes (*Chapitre 4*). Les fossiles japonais Minatogawa I et IV présentent également, mais dans une moindre mesure, de faibles largeurs post-orbitaires. Cependant, associé à de fortes largeurs crâniennes maximales (ils font partie des individus les plus à droite de l'axe 2), ce fait rend compte de constrictions rétro-orbitaires marquées chez ces spécimens. A l'inverse, vers le bas du graphique, la crâne australien Kow Swamp 3 montre une grande largeur frontale minimale (l'une des plus fortes de notre échantillon fossile) et une assez faible largeur crânienne maximale.

En ce qui concerne les provenances géographiques de nos individus, les fossiles australiens montrent une large variabilité le long de l'axe 3 alors qu'elle est plutôt réduite sur l'axe 2. L'inverse est observé pour les fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire dont le nuage est très étendu le long de la composante principale 2. Cependant, tous les nuages d'individus

regroupés selon leurs provenances géographiques se recouvrent assez largement, aucune tendance ou particularité morphométrique propre à un groupe donné n'est mise en évidence. Notons la proximité de Braholo 5, Liang Momer E et MKC91B1 projetés au cœur d'un nuage de fossiles australiens (hommes et femmes de Coobool Creek, Lake Nitchie, Kanalda et KS5) en position centrale sur ce plan. Wajak I présente encore des affinités avec les fossiles de Minatogawa selon la deuxième composante mais sa position le long de la CP3 indique une constriction rétro-orbitaire un peu moins forte.

Concernant la chronologie, il semble que les fossiles les plus récents soient préférentiellement projetés sur la moitié gauche du plan et en position basse, vers une largeur crânienne maximale réduite et une largeur post-orbitaire plus importante. Une MANOVA effectuée sur les deux variables (XCB et MFB) montre des différences statistiquement significatives ($p < 5\%$) entre les trois classes chronologiques : Pléistocène supérieur, Holocène « prénéolithique » et Néolithique (Tableau 46 et Tableau 47).

En valeur absolue, la largeur crânienne maximale tend à diminuer au cours du temps tandis que la largeur frontale minimale diminue du Pléistocène supérieur au début de l'Holocène puis augmente par la suite (Tableau 46). Un double phénomène joue ici pour cette variable, d'une part la diminution de taille globale du crâne et d'autre part la réduction de la constriction (impliquant l'augmentation de la largeur post-orbitaire).

Tableau 46. Moyennes des variables XCB et MFB pour les trois classes chronologiques

AGES	XCB	MFB	N actifs
Pléistocène supérieur	138,843	95,12941	17
Holocène « prénéolithique »	133,6659	92,41154	13
Néolithique	132,7258	97,49918	11
Tous les groupes	135,5603	94,90343	41

Tableau 47. Test (MANOVA) de l'effet « âge des fossiles » sur les variables XCB et MFB

Effet	Lambda de Wilks	R / Rao	ddl 1	ddl 2	p
Age	0,77135	2,564252	4	74	0,045169

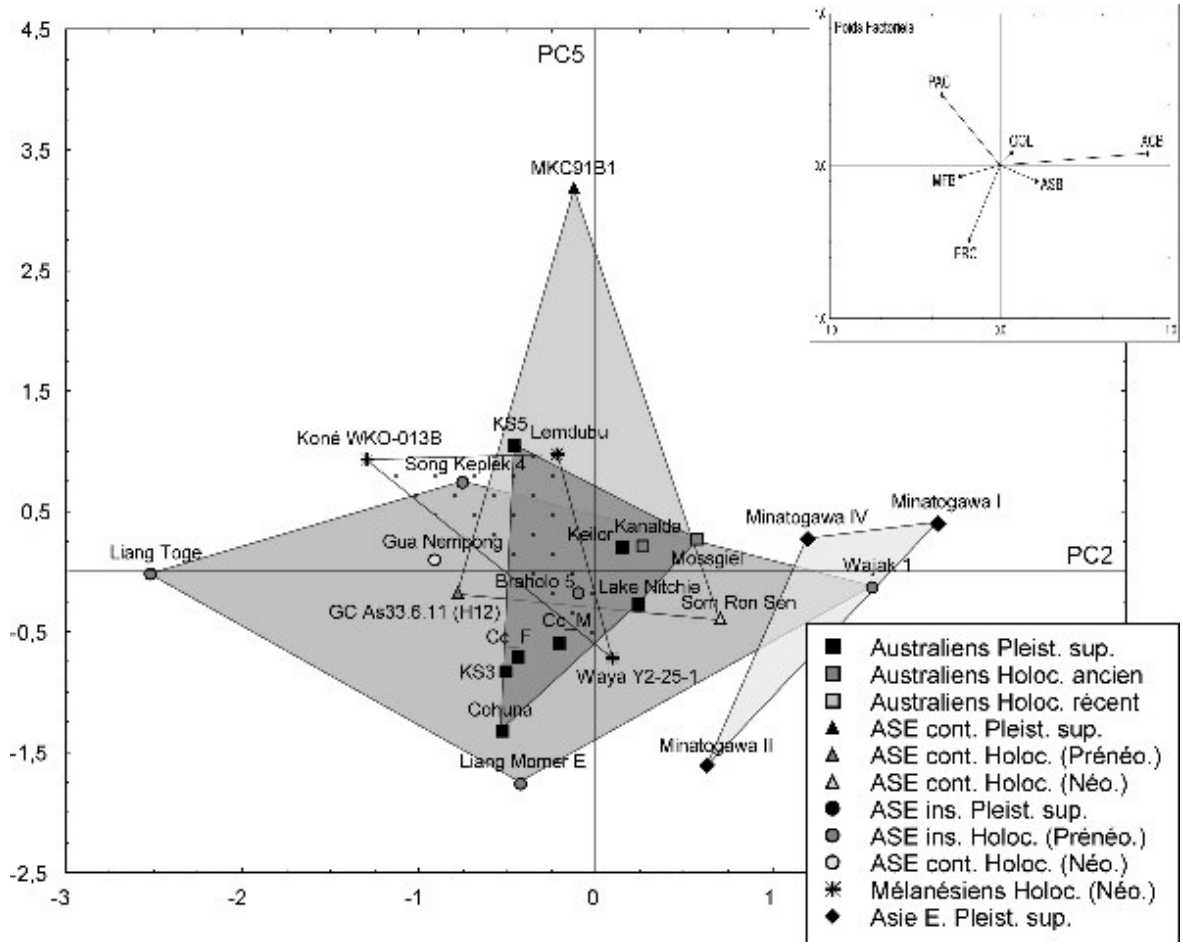


Figure 129. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (16,7%) et 5 (8,2%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

4.1.3.3. Plan CP2/CP5 (Figure 129)

Poids factoriel des variables

Nous ne reviendrons pas sur la composante principale 2 précédemment décrite. En revanche, sa confrontation avec la CP (Composante Principale) 5 apporte d'importantes informations, particulièrement en ce qui concerne l'individu 1 de Moh Khiew. Sur cet axe s'expriment de façon opposée les longueurs (cordes) frontale (FRC) et pariétale (PAC). Les individus présentant des os frontaux courts relativement à la longueur des pariétaux sont projetés dans la partie supérieure du plan et inversement.

Répartition des individus

Les fossiles de toutes provenances géographiques sont assez largement répartis sur ce plan et les nuages de points se recouvrent, particulièrement selon la composante principale 5. On note une bonne représentation des australiens fossiles vers le bas de cet axe (frontaux longs par rapport aux pariétaux) ainsi que Liang Momer E, individu en position extrême. Le fossile projeté dans la position la plus atypique est ici MKC91B1, complètement isolé vers le haut de la composante 5. Rappelons que nous avons estimé la longueur de la corde frontale puisqu'une partie du complexe supra-orbitaire (dont la glabelle et la région du nasion) manque (*cf*. Chapitre 2 : *Description du crâne de l'individu 1 de Moh Khiew*) ; les pariétaux sont en revanche mieux préservés. Il est donc probable que la longueur de l'os frontal ait été sous-estimée. Ceci peut nous permettre d'imaginer une zone glabellaire (et peut-être l'ensemble du complexe supra-orbitaire) bien projetée vers l'avant, en tout cas plus encore que ne le laissait présager la projection du trigone supra-orbitaire gauche préservé.

Nous retiendrons de l'analyse des dimensions du neurocrâne la forte variabilité des fossiles d'Asie du Sud-Est. Ceux-ci sont intermédiaires entre deux pôles morphométriques nettement distincts : d'une part les Australiens dont le neurocrâne est allongé et de grande taille et d'autre part les Est-Asiatiques dont le neurocrâne est plus réduit, surtout plus court et proportionnellement plus large.

4.2. La face : ACP des dimensions de la face supérieure et de la mandibule

4.2.1. Analyse des dimensions de la face supérieure

Des analyses en composantes principales réalisées sur les mesures de la face supérieure, nous avons retenu celle qui nous semble apporter le plus d'informations complémentaires sur les fossiles étudiés par rapport aux analyses portant sur la calotte crânienne. Malheureusement la fragilité de la face ne nous permet pas de disposer d'un large éventail de données morphométriques pour un grand nombre d'individus.

Dans cette section, chaque plan défini par un couple de composantes principales est présenté de deux façons distinctes. Une première représentation « classique », telle que celle adoptée pour la calotte crânienne, complétée d'une seconde représentation, où les sous-ensembles géographiques ne sont pas figurés. Cette deuxième figure permet de faire apparaître d'éventuels regroupements d'individus indépendants des différences géographiques. Enfin et surtout, un fossile supplémentaire est projeté sur cette seconde représentation. Il s'agit de l'individu 5 de Song Keplek. Etant donné l'état de conservation du crâne de cet individu et les conditions dans lesquelles les mesures ont été relevées (sépulture *in situ*), il nous a semblé préférable de ne pas l'inclure dans les calculs de l'ACP, toutefois nous disposons des données nécessaires pour le projeter sur les plans.

4.2.1.1. Les variables

Cette analyse en composantes principales porte sur 5 variables faciales (Figure 130) relativement bien représentées au sein de notre échantillon. Il s'agit de trois hauteurs (NANP : hauteur nasion-nasospinale, NAPR : hauteur nasion-prosthion et OBH : hauteur de l'orbite) et de deux largeurs (NLB : largeur nasale et OBB : largeur de l'orbite).

Pour des raisons de conservation du matériel fossile, il n'a pas été possible d'inclure dans cette analyse des longueurs faciales en vue latérale (basion-prosthion par exemple), qui nous auraient permis de quantifier et surtout de comparer les divers degrés de projection faciale (prognathisme).

En effet, trop peu d'individus de notre échantillon fossile présentent ces variables pour permettre une analyse statistique.

En résumé, cette sélection de variables permet d'étudier et de comparer la hauteur totale de la face (NAPR), le développement de l'orifice nasal en hauteur (NANP) et en largeur (NLB) ainsi que la taille et la forme de l'orbite (OBH et OBB).

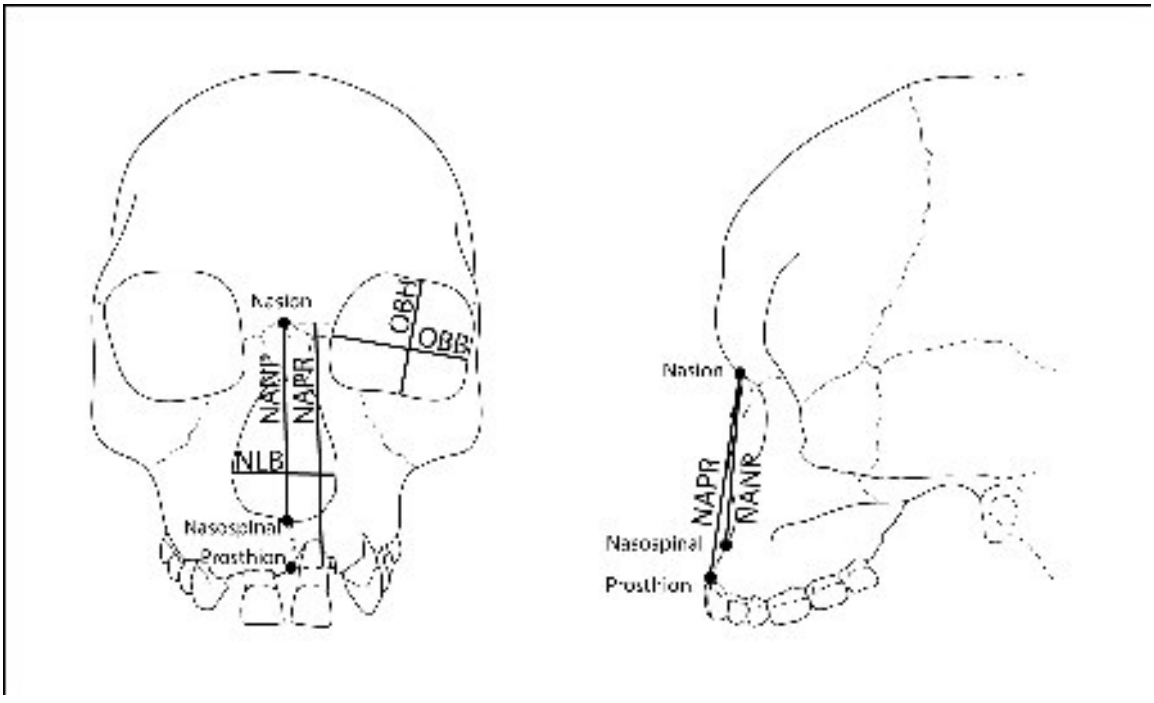


Figure 130. Localisation des mesures incluses dans l'ACP des dimensions de la face supérieure (NAPR : hauteur de la face supérieure ; NANP : hauteur de l'ouverture nasale ; NLB : largeur de l'ouverture nasale ; OBB : largeur de l'orbite ; OBH : hauteur de l'orbite)

4.2.1.2. Les individus

Pour cette analyse, vingt-cinq individus fossiles et cinq moyennes (hommes et femmes de Coobool Creek et trois échantillons Néolithiques chinois) présentent les 5 variables étudiées. Les fossiles d'Asie du Sud-Est continentale sont ici les mieux représentés avec 10 individus. La composition de ce sous-échantillon est très bonne, aussi bien en termes de provenance géographique que de chronologie. En effet, toutes les tranches d'âge sont présentes et les sites de Gua Cha et de Ban Kao sont représentés respectivement par trois et quatre individus, nous permettant d'apprécier au moins une partie de leur variabilité morphométrique locale. En revanche, seuls trois spécimens d'Asie du Sud-Est insulaire sont inclus (Liang Toge, Liang Momer E et Song Keplek 4), qui appartiennent tous trois au même sous-ensemble chronologique (« Holocène prénéolithique »).

4.2.1.3. L'analyse

La matrice des corrélations pour les cinq mesures faciales retenues (Tableau 48) indique que seules deux variables sont nettement corrélées entre elles : il s'agit de NANP et NAPR (0,78). Par définition, la hauteur supérieure de la face (NAPR) inclut effectivement la hauteur du nez (NANP). Toutes les autres combinaisons de variables montrent très peu - voire pas du tout – de corrélation entre elles. Il n'y a donc pas de redondance d'informations morphométriques pour ces cinq variables faciales et on peut même s'attendre, au vu de la matrice des corrélations, à une assez forte dispersion de la variance totale sur les plans successifs de l'ACP.

En effet, ce n'est qu'au delà de la quatrième composante principale que le pourcentage de variance exprimée chute (Tableau 49) et les valeurs propres de ces composantes sont toutes relativement élevées. La première composante n'exprime que 38,28% de la variance et le troisième axe permet encore d'expliquer 18,72% de la variance totale.

La projection des individus selon les trois premières composantes principales sera donc détaillée mais nous laisserons de côté la quatrième qui, même si elle explique 13,6% de la variance, est corrélée uniquement et de façon équivalente aux deux dimensions des orbites (Tableau 50).

Tableau 48. ACP des dimensions de la face supérieure : Matrice des corrélations des 5 variables pour les trente individus

Variables	NANP	NAPR	NLB	OBH	OBB
NANP	1	0,78	0,19	0,36	0,21
NAPR	0,78	1	0,01	0,03	0,14
NLB	0,19	0,01	1	-0,14	0,11
OBH	0,36	0,03	-0,14	1	-0,28
OBB	0,21	0,14	0,11	-0,28	1

Tableau 49. ACP des dimensions de la face supérieure : Valeurs propres des 5 composantes principales

Composantes Principales	Valeurs Propres	% de la variance totale	Valeurs propres cumulées	Pourcentages cumulés
1	1,914177	38,28354	1,914177	38,2835
2	1,368036	27,36073	3,282214	65,6443
3	0,935765	18,7153	4,217979	84,3596
4	0,678797	13,57594	4,896776	97,9355
5	0,103224	2,06449	5	100

Tableau 50. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids factoriels des variables sur les composantes principales

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5
NANP	-0,966726	-0,09477	-0,056452	-0,041706	0,22701
NAPR	-0,877199	0,01697	0,22141	0,383815	-0,184114
NLB	-0,204269	0,463642	-0,860312	0,008695	-0,055662
OBH	-0,283804	-0,802158	-0,205256	-0,4711	-0,109235
OBB	-0,296428	0,707351	0,31826	-0,554737	-0,05256
Var. Expl.	1,914177	1,368036	0,935765	0,678797	0,103224
Prp. Tot.	0,382835	0,273607	0,187153	0,135759	0,020645

a. Plan CP1/CP2 (Figure 131)

Poids factoriels des variables

Le premier plan, formé par les deux premières composantes principales exprime un peu plus de 65% de la variance totale. L'expression des variables sur ces deux axes est très bonne puisque nous n'avons pas d'effet de taille trop marqué (représentation graphique des poids factoriels en encadré sur la Figure 131). Le long de la première composante principale s'expriment les deux hauteurs de la face (NANP et NAPR fortement corrélées négativement à cet axe) les individus à face longue sont donc projetés sur la gauche du plan. Les deux variables se rapportant aux dimensions des orbites (OBB et OBH) sont nettement corrélées à l'axe 2, elles s'expriment de façon opposée sur cet axe (respectivement 0,71 et -0,80). Les fossiles présentant des orbites larges et basses (rectangulaires) sont situés vers le haut de l'axe tandis qu'on retrouve les spécimens à orbites hautes et étroites vers les valeurs négatives de l'axe 2. Les orbites de ces fossiles tendent à être de forme carrée à ronde puisque, pour notre échantillon, la hauteur ne dépasse jamais la largeur en valeurs absolues.

La largeur du nez (NLB) s'exprime également du côté des valeurs positives de la composante principale 2. Les individus à face large (orbites et ouverture nasale larges) sont donc préférentiellement projetés dans la partie haute de ce plan.

Répartition des individus

La projection des 25 individus et des 5 moyennes sur ce plan montre plusieurs petits groupes. Le quart inférieur droit du plan est occupé uniquement par des fossiles d'Asie du Sud-Est (insulaire et continentale) appartenant tous au sous-ensemble chronologique « Holocène prénéolithique ». La morphologie faciale de ce groupe est caractérisée par une face basse (courte) avec des orbites hautes, carrées à rondes. Song Keplek 4 est d'ailleurs l'individu présentant cette morphologie faciale la plus marquée (spécimen extrême pour les valeurs négatives de l'axe 2).

A l'exception des fossiles pléistocènes australiens de Keilor et Kow Swamp 5 (proches du centre cependant), le quart inférieur gauche montre quant à lui des fossiles majoritairement associés à des contextes archéologiques néolithiques. Ceux-ci proviennent de Chine (les trois sous-ensembles néolithiques chinois) et de Thaïlande (2 individus de Ban Kao) auxquels s'ajoute le spécimen de Waya. De même que le premier groupe, ces fossiles présentent des orbites plutôt hautes et étroites, mais associées à des faces globalement hautes, allongées.

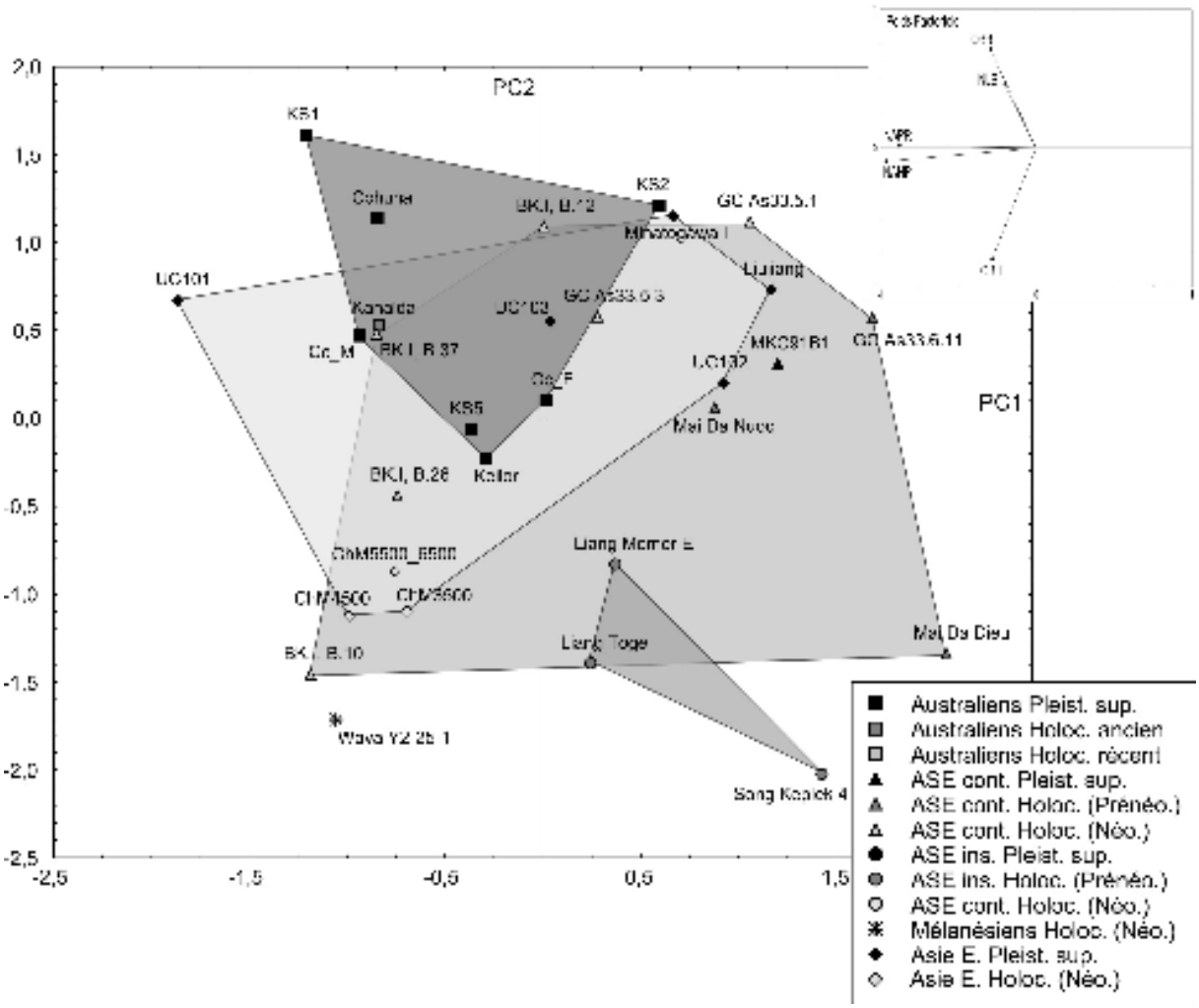


Figure 131. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (38,3%) et 2 (27,4%) (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

Tous les individus de Ban Kao se situent sur la partie gauche de l'axe 1, ils montrent donc des faces généralement allongées mais avec des orbites de forme très variable comme le montre leur large répartition selon la deuxième composante principale.

Les trois individus de Gua Cha présents dans cette analyse, tout comme l'individu 1 de Moh Khiew, se trouvent groupés dans le quart supérieur droit du plan. Leurs faces sont généralement assez courtes avec des orbites plutôt larges et basses. Les spécimens est asiatiques Liujiang, Minatogawa 1, UC 102 et, dans une moindre mesure, UC 103 présentent également cette morphologie.

Les fossiles australiens sont tous situés sur la gauche de l'axe 1, à l'exception de Kow Swamp 2, et majoritairement vers le haut de l'axe 2. Ils sont donc caractérisés par des faces allongées et des orbites souvent basses et larges, nettement quadrangulaires. Suivant cette tendance, le spécimen chinois UC 101 se distingue très nettement des autres fossiles pléistocènes d'Asie de l'Est par une face de très grandes dimensions, particulièrement haute (individu extrême pour les valeurs négatives de l'axe 1).

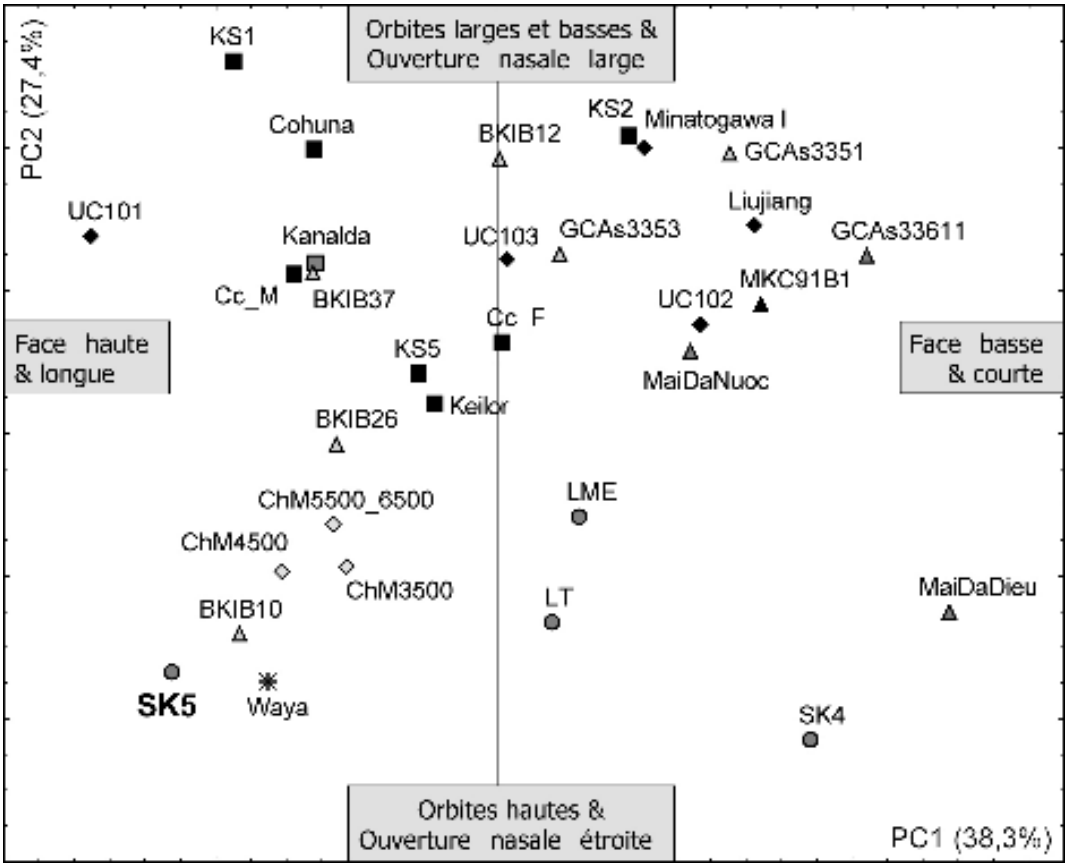


Figure 132. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP1/CP2, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; LME : Liang Momer E ; LT : Liang Toge ; MKC : Moh Khiew Cave ; SK : Song Keplek ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

Si l'on s'intéresse maintenant à la répartition des individus en fonction des sous-ensembles chronologiques, une tendance assez nette se dessine selon l'axe 2 : les fossiles les plus anciens sont situés vers le haut de cet axe (orbites basses et larges) tandis que les fossiles plus récents (à partir de l'Holocène) montrent des orbites plus hautes, carrées ou rondes plutôt que rectangulaires (Figure 132). Les fossiles chinois illustrent parfaitement ce phénomène : tous les individus du Pléistocène supérieur sont dans la moitié supérieure du plan alors que les moyennes des trois groupes néolithiques sont projetées dans la partie

basse. L'absence de fossiles appartenant au sous-ensemble chronologique « Holocène prénéolithique » de Chine ne nous permet cependant pas d'affiner et de confirmer pleinement ce constat d'arrondissement des orbites au cours du temps, chez les *Homo sapiens* chinois. Par ailleurs, cette tendance n'est pas absolue comme nous le montre la position haute sur ce plan de certains fossiles « néolithiques » de Ban Kao et de Gua Cha.

La faible répartition chronologique des fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire ne permet pas de discuter en détail de l'évolution morphologique de leur face au cours du temps. Toutefois, la position sur ce plan de l'individu 5 de Song Keplek est particulièrement frappante. Celui-ci se différencie nettement des trois autres fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire selon la première composante principale, c'est à dire par une face particulièrement longue (l'une des plus longues des fossiles présents dans cette analyse, même en tenant compte de son état de conservation très moyen). En revanche, la forme des orbites et de l'ouverture nasale est tout à fait équivalente à celle de Liang Momer E, et surtout de Liang Toge et Song Keplek 4. La combinaison d'une face longue et d'orbites hautes place Song Keplek 5 dans une position particulièrement proche des fossiles chinois néolithiques, à l'extrémité de ce petit groupe situé dans le quart inférieur gauche du plan.

b. Plan CP1/CP3 (Figure 133)

Poids factoriels des variables

Le plan formé par les composantes principales 1 et 3 explique 57% de la variance totale.

Comme nous venons de le voir, la CP 1 est fortement corrélée au développement global de la face en hauteur (NANP et NAPR). Sur la troisième composante principale s'exprime nettement la largeur du nez (NLB). Cette variable lui est en effet fortement corrélée négativement (-0.86). En termes de morphologie faciale, les individus à larges ouvertures nasales sont donc projetés dans la moitié basse du plan.

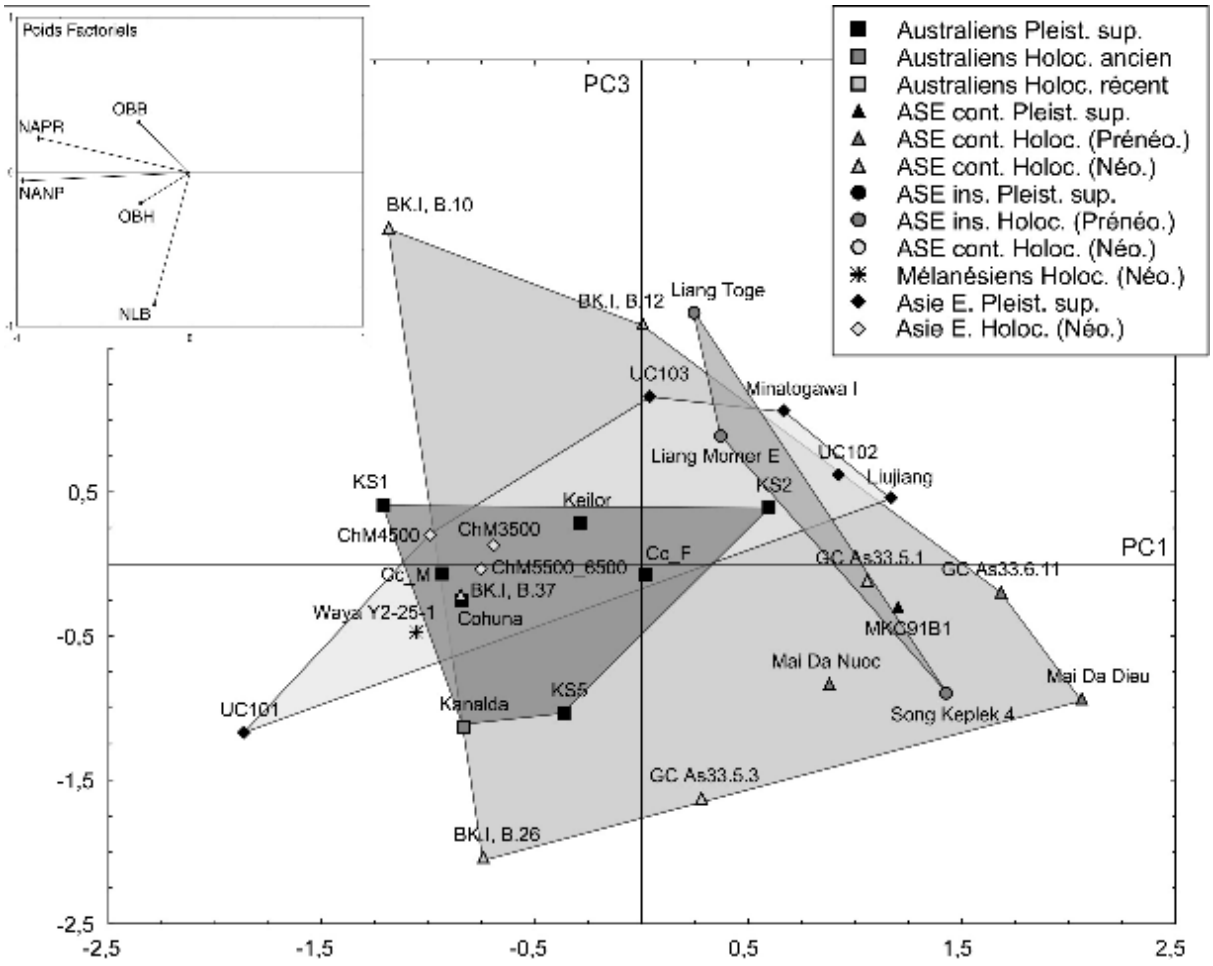


Figure 133. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (38,3%) et 3 (18,7%) (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

Répartition des individus

Les groupes géographiques se recouvrent assez largement sur ce plan. Aucune différence n'est marquée, surtout si l'on tient compte de la sous représentation dans certaines classes chronologiques des groupes Asie du Sud-Est insulaire (3 fossiles « Holocène prénéolithique ») et Australie (fossiles Pléistocène supérieur à l'exception de Kanalda).

Certains regroupements sont tout de même visibles sur ce plan.

Dans le quart inférieur droit se trouvent projetés uniquement des fossiles sud-est asiatiques continentaux, de tous les sous-ensembles chronologiques, ainsi que l'individu 4 de Song Keplek. On remarquera tout particulièrement la présence dans ce groupe de MKC91B1, des 3 individus de Gua Cha et l'absence des fossiles de Ban Kao. Les spécimens de ce groupe se caractérisent par une face généralement courte avec une ouverture nasale large.

Comme pour la première projection, les fossiles de Ban Kao, montrent quant à eux des faces plutôt longues, ils sont projetés sur la gauche de la première composante principale. Ils occupent en revanche des positions très variables sur l'axe principal 3 : BKIB10 est l'individu extrême pour les valeurs positives de la composante 3 tandis que BKIB26 est l'individu extrême pour les valeurs négatives. Tous les fossiles australiens, à l'exception de Kow Swamp 2, sont situés dans cette même zone du plan, avec des faces longues et des ouvertures nasales plus ou moins larges.

En ce qui concerne les fossiles d'Asie de l'Est, une nette distinction peut être faite entre les individus anciens (Pléistocène supérieur, sauf UC 101 : *cf*. ci-dessous) et les individus plus récents (Néolithique). Les premiers présentent des faces courtes avec des ouvertures nasales plutôt étroites (quart supérieur droit du plan), alors que les moyennes des trois groupes néolithiques témoignent de faces allongées avec des ouvertures nasales modérément larges (centre gauche du plan). On remarquera ici la proximité de Waya et des groupes néolithiques chinois, très éloignés des Sud-Est Asiatiques « prénéolithiques » pourtant largement dispersés sur ce plan.

Encore une fois, UC 101 se distingue très nettement des autres fossiles est asiatiques, et tout particulièrement de ses contemporains du Pléistocène supérieur, par une face de grandes dimensions et une ouverture nasale élargie.

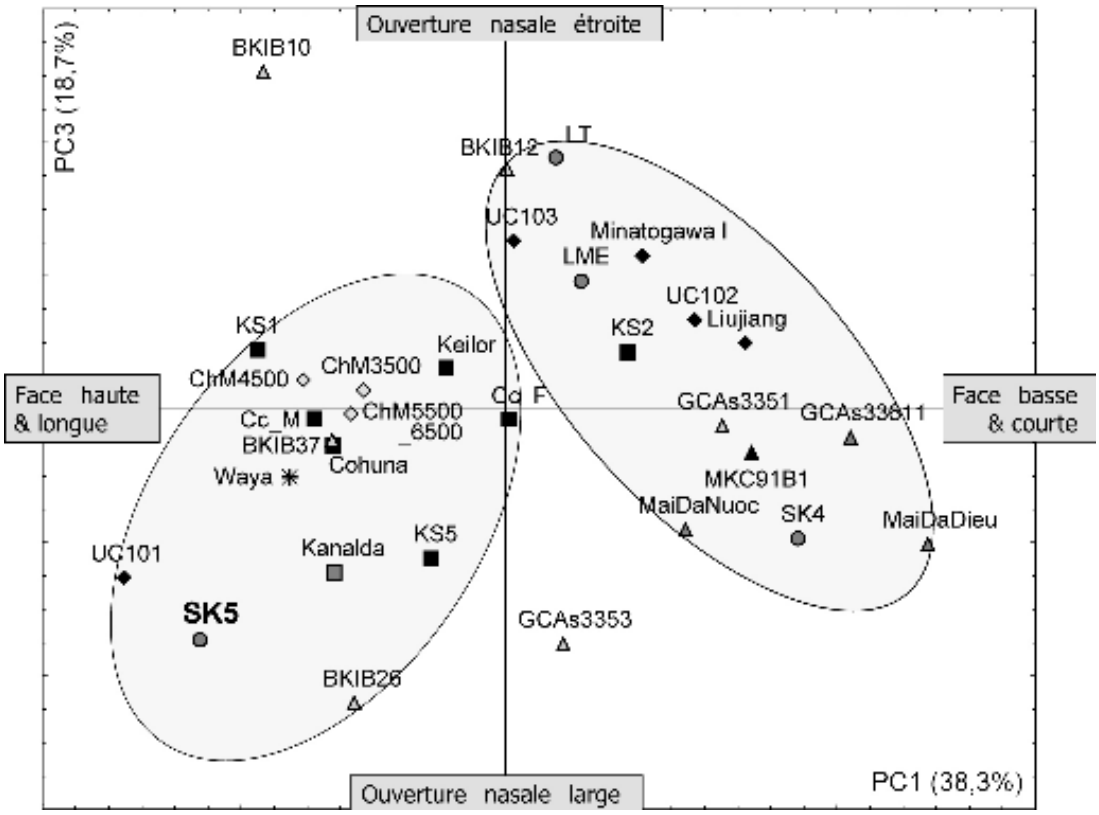


Figure 134. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP1/CP3, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; LME : Liang Momer E ; LT : Liang Toge ; MKC : Moh Khiew Cave ; SK : Song Keplek ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

Enfin, l'observation des projections sur ce plan, sans représentation des contours des groupes géographiques (Figure 134), permet de distinguer assez clairement deux nuages d'individus. En partant de la base du plan (ouverture nasale large), on trouve sur la gauche les fossiles à face longue bien séparés des fossiles à face courte (seul GCAs33.5.3 est intermédiaire entre ces 2 groupes). Puis, en montant le long de l'axe 3 (ouverture nasale plus étroite) ces deux nuages convergent pour se rejoindre du côté des valeurs légèrement positives de l'axe 1. Seul le spécimen BKIB10, isolé dans le quart supérieur gauche du plan (face longue, nez étroit), sort très nettement de ce schéma.

L'observation de la position de Song Keplek 5 sur ce plan confirme sa nette distinction des trois autres fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire. Ceux-ci appartiennent tous au second sous-groupe (face plutôt courte) alors que Song Keplek 5 se place au sein du premier sous-groupe (face plus longue), non loin de UC 101, de Kanalda et du spécimen 26 de Ban Kao.

c. Plan CP2/CP3 (Figure 135)

Poids factoriels des variables

Le plan formé par les composantes 2 et 3 explique 46,1% de la variance totale. Nous avons déjà étudié séparément l'expression des variables sur ces deux composantes dans les deux projections précédentes. Nous rappellerons seulement que la largeur (OBB) et la hauteur (OBH) de l'orbite sont très corrélées (de façon opposée) à l'axe 2 tandis que la largeur du nez (NLB) s'exprime fortement vers les valeurs négatives de la composante principale 3. NLB est également modérément corrélée à l'axe 2.

Nous avons donc les combinaisons morphométriques suivantes sur ce plan :

- sur la droite, les fossiles avec des orbites larges et basses,
- sur la gauche, les individus avec des orbites hautes (carrées ou arrondies),
- vers le haut, les spécimens à ouverture nasale étroite,
- vers le bas, les fossiles à large ouverture nasale.

Répartition des individus

Les regroupements selon la provenance géographique apportent peu d'informations (Figure 135). Une fois encore les nuages « Australie » et « Asie du Sud-Est insulaire » sont nettement séparés mais ils sont chacun composés de fossiles provenant d'une seule classe chronologique. Il n'est donc pas possible de tester statistiquement ces différences et encore moins de trancher entre un effet « âge » et/ou « provenance géographique ».

Ces nuages sont tous largement recoupés par le nuage Asie du Sud-Est continentale qui couvre une aire très vaste de variations morphométriques.

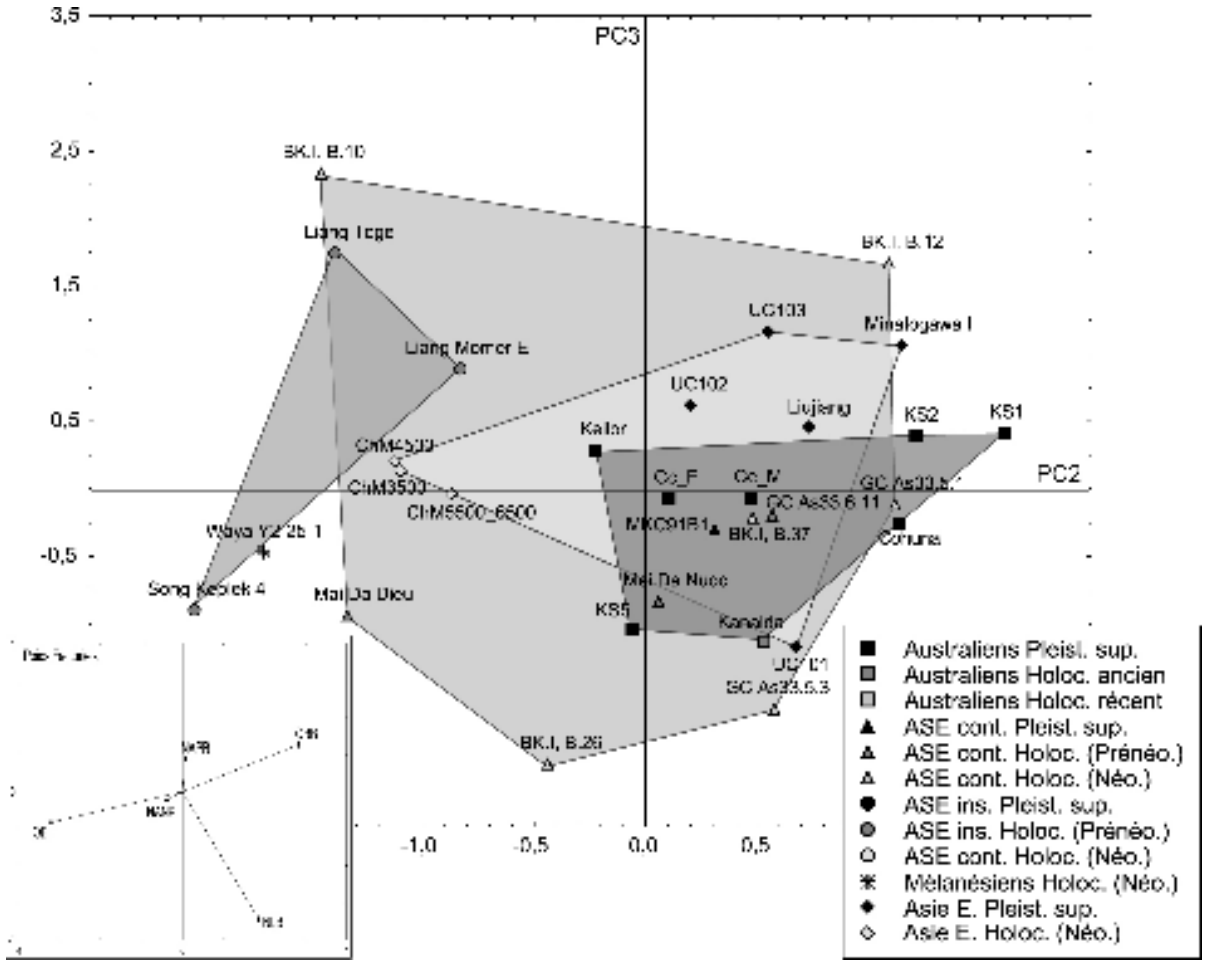


Figure 135. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (27,4%) et 3 (18,7%) (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

En revanche, la projection des individus sans représentation des contours géographiques indique deux groupes sur ce plan (Figure 136).

Le premier groupe, d'assez petite taille, se situe dans la moitié gauche du plan. Il est constitué des 3 groupes chinois néolithiques, de 3 Sud-Est Asiatiques insulaires (Liang Momer E et Song Keplek 4 et 5), d'un Sud-Est Asiatique continental (Mai Da Dieu) et du seul spécimen du Pacifique présent dans cette analyse (Waya). Ce sous-ensemble regroupe les individus présentant des orbites hautes, plutôt arrondies ou carrées. Notons que les deux individus de Song Keplek, caractérisés par des orbites hautes et une ouverture nasale plutôt large, sont ici très proches, à l'opposé de Liang Toge et Liang Momer E sur la troisième composante principale.

Le second groupe comprend un plus grand nombre d'individus. La majorité de ces fossiles sont anciens (Pléistocène supérieur) mais quelques Sud-Est Asiatiques continentaux néolithiques y sont également inclus. Les spécimens de ce sous-ensemble possèdent des

orbites plus larges et plus basses que celles du premier sous-groupe. Les fossiles est asiatiques du Pléistocène supérieur font tous partie du second sous-groupe et se distinguent nettement des individus chinois néolithiques dont les moyennes se situent au sein du premier sous-ensemble.

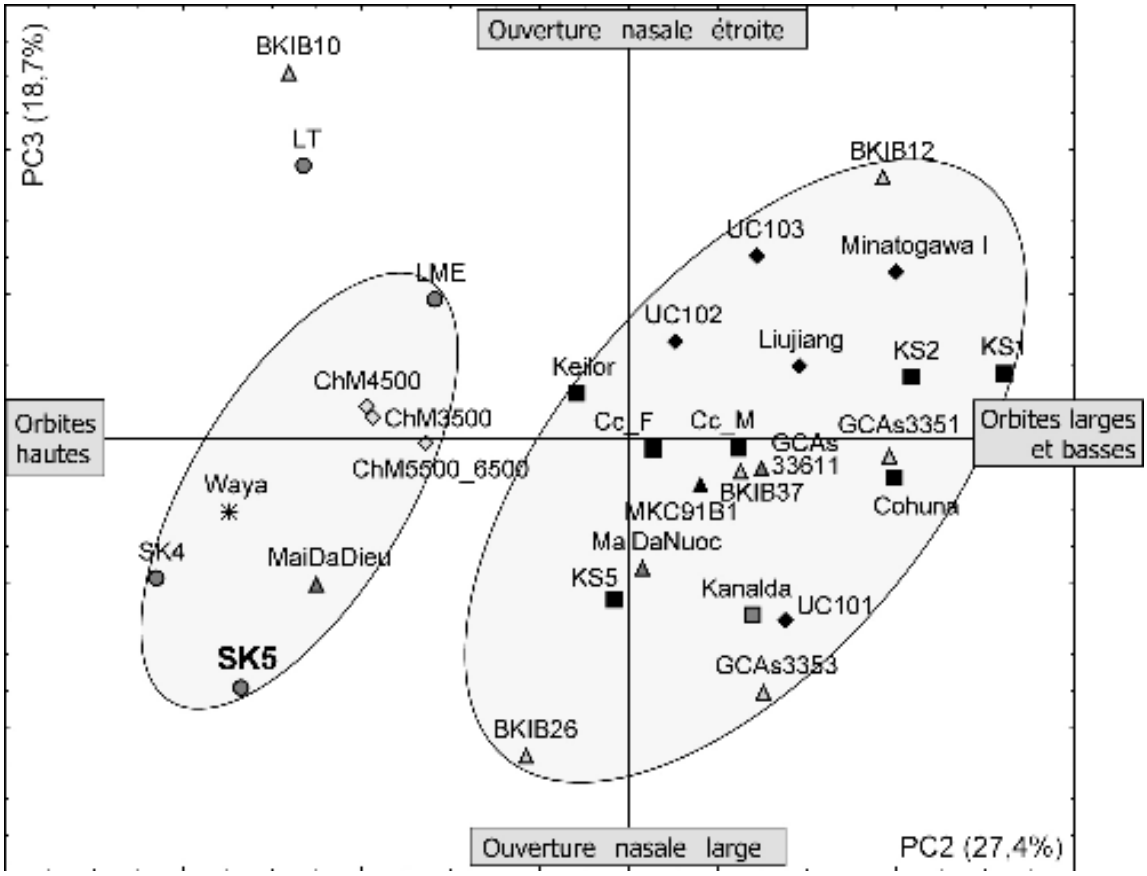


Figure 136. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP2/CP3, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire (BK : Ban Kao ; Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; ChM : Chinois néolithiques-moyennes ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; LME : Liang Momer E ; LT : Liang Toge ; MKC : Moh Khiew Cave ; SK : Song Keplek ; UC : Upper Cave - Zhoukoudian)

Il faut retenir de cette analyse des dimensions de la face supérieure que les fossiles les plus anciens de toutes provenances présentent généralement des orbites larges et basses devenant hautes chez les spécimens plus récents. Pour les individus de la fin du Pléistocène supérieur, on remarque une distinction entre les Australiens à face haute et les Est Asiatiques à face basse (à l'exception de UC 101), s'allongeant avec le temps (Chinois néolithiques). Les fossiles d'Asie du Sud-Est présentent tous les types de morphologie, sans tendance chronologique nette (à Song Keplek par exemple : SK5 est proche des chinois néolithique tandis que SK4, plus récent, présente un assemblage en mosaïque des caractères faciaux).

4.2.2. Analyses en Composantes Principales des dimensions de la mandibule

La mandibule est un os dont la taille et la conformation sont très variables. Le dimorphisme sexuel est généralement marqué, et de tous temps les différences morphologiques et morphométriques relevées sur cet os ont été discutées quant à leur signification phylogénétique et/ou fonctionnelle. De nombreux muscles y prennent insertion, elle est donc soumise à de très fortes contraintes mécaniques, notamment lors de la mastication.

Au cours de l'évolution des hominidés, la réduction générale de taille ainsi que la modification de certains caractères morphologiques est indiscutable. Cependant l'interprétation du même type de changements, à une échelle beaucoup plus fine et sur des périodes de temps beaucoup plus courtes, reste l'objet de nombreuses controverses. Les différences morphologiques et morphométriques mises en évidence sur les mandibules de divers groupes d'*Homo sapiens* depuis le Pléistocène supérieur peuvent indiquer aussi bien des affinités populationnelles que des réponses à des stress mécaniques et/ou environnementaux.

Dans le *Chapitre 2*, nous avons pu constater la très grande variabilité morphologique et morphométrique des mandibules d'*Homo sapiens* d'Asie du Sud-Est. En Indonésie par exemple, pour une même période, on trouve d'une part les mandibules robustes et de grandes dimensions de Braholo et de Song Terus (ainsi que Wajak II) et d'autre part de petites mandibules graciles telles que celles de Sampung H et Song Keplek 4.

Ce type de variabilité - et les affinités qui s'en dégagent - est visible depuis le Pléistocène supérieur et a fait l'objet de nombreuses interprétations.

Interprétations fonctionnelles en termes de stress mécaniques

Certains auteurs envisagent les diminutions de taille de la mandibule comme étant directement corrélées aux modifications globales du massif facial : celui-ci se réduit (en taille et en robustesse générales) en même temps que les hommes consomment une alimentation moins exigeante en terme de mastication. Cette réduction de taille serait une réponse directe à la diminution du stress masticateur (Brace, 1995). Bulbeck (1981) appuie particulièrement cette thèse pour expliquer la diminution de taille de la mandibule au cours du temps mise en évidence en Australasie. S'appuyant sur les études de Carlson concernant la diminution de l'appareil masticateur chez les Nubiens au Néolithique (Carlson & van Gerven, 1977), Bulbeck (1981 : 400) rappelle qu'une forte diminution du stress masticateur peut être un facteur évolutif local suffisant pour expliquer une nette gracilisation de la mandibule, sans faire intervenir des apports externes de populations de morphologies plus graciles. Plutôt que des migrations venues éventuellement d'Asie de l'Est, Bulbeck (1981) privilégie donc une évolution locale des hommes en Asie du Sud-Est et en Australie, vers une gracilisation générale du crâne, plus particulièrement marquée au niveau du massif facial.

Interprétations fonctionnelles et populationnelles

D'autres auteurs, reconnaissant toutefois une relation générale entre réduction du massif facial et diminution du stress masticateur, font aussi une part aux affinités populationnelles dans leur interprétation des différences morphologiques marquées au niveau de la mandibule. Ces différences mises en évidence au cours du temps sont alors directement interprétées comme représentant l'arrivée de nouvelles populations (de morphologie différente). Concernant l'archipel Indo-malais, Coon (1962) et Howells (1973b) formulent l'hypothèse d'un remplacement au cours de l'Holocène des populations plus anciennes (australo-mélanésiennes) caractérisées par des mandibules robustes, par des populations plus graciles (mongoloïdes du sud).

Deux analyses en composantes principales complémentaires ont été effectuées sur les mesures mandibulaires. La première vise à explorer la variabilité morphologique globale. Les variables prises en compte sont la longueur totale de la mandibule (MDL), la largeur bi-goniaque (BIGB), la hauteur du corps (MBH) et de la symphyse (SYH). La seconde analyse vise en revanche à étudier plus précisément certains individus fossiles particulièrement importants de notre échantillon. Il s'agit notamment des fossiles javanais inédits (Song Keplek, Song Terus et Braholo), de l'individu 1 de Moh Khiew ou encore de la mandibule la plus complète de Tabon, décrite par Macintosh en 1978.

4.2.2.1. Première ACP : morphologie générale de la mandibule

a. Les variables

Il n'est pas nécessaire de détailler le choix des variables étudiées dans cette première analyse en composantes principales dont le but est d'obtenir une image globale des variations morphométriques de la mandibule pour le plus grand nombre possible de fossiles. Les variables retenues sont la longueur mandibulaire (MDL), la largeur bi-goniaque (BIGB) et les hauteurs du corps à la symphyse (SYH) et au niveau M1/M2 (MBH) (Figure 137).

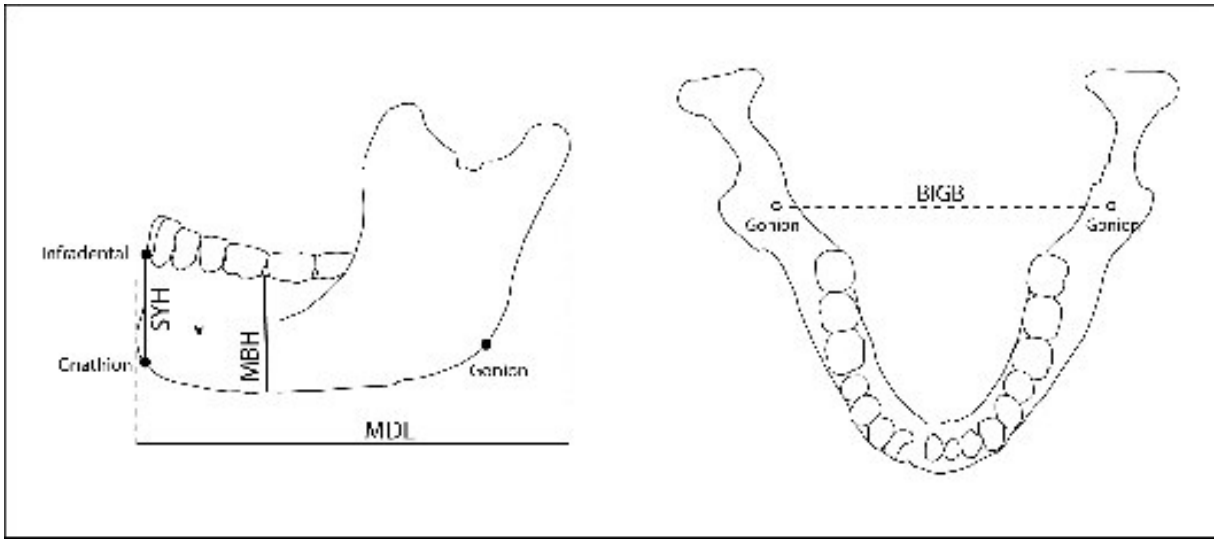


Figure 137. Localisation des mesures incluses dans la première ACP des dimensions de la mandibule (SYH : hauteur du corps à la symphyse ; MBH : hauteur du corps au niveau M1/M2 ; MDL : longueur totale ; BIGB : largeur bi-goniaque)

b. Les individus

Quinze individus et deux moyennes (hommes et femmes de Coobool Creek) présentent ces 4 variables mandibulaires. Les effectifs pour chaque sous-ensemble géographique sont très bons. En effet, le groupe « Australie » est représenté par 3 individus et 2 moyennes et les trois autres groupes (Asie du Sud-Est continentale, Asie du Sud-Est insulaire et « Pacifique ») sont chacun représentés par quatre individus. En revanche, aucun fossile d'Asie de l'Est n'apparaît dans cette analyse, puisque nous ne possédons que très peu de données.

c. L'analyse

Toutes les variables sont corrélées positivement entre elles, mais aucun couple ne montre de très forte corrélation (Tableau 51) ; les plus élevées s'observent entre les deux hauteurs du corps, à la symphyse et au niveau M1/M2 (0,67) ; entre la hauteur à la symphyse et la longueur mandibulaire (0,65) ; et entre la longueur mandibulaire et la largeur bi-goniaque (0,62).

Les trois premières composantes expliquent 94% de la variance totale (Tableau 52). Les projections des individus sur les plans formés par CP1 / CP2 et CP2 / CP3 seront donc détaillées.

Le quatrième axe explique une très faible proportion de la variance totale et aucune variable ne s'y exprime franchement (Tableau 53). En revanche, la première composante est fortement corrélée à toutes les variables, la taille globale des mandibules s'y exprime pleinement. Puis, sur les deuxième et troisième composantes, s'expriment des combinaisons de variables complémentaires. Du côté des valeurs négatives de l'axe 2 s'expriment les deux hauteurs du corps mandibulaire (SYH et MBH) tandis que la largeur bi-goniaque (BIGB) est corrélée positivement à cet axe. Sur la composante 3, ce sont surtout la hauteur du corps au niveau M1/M2 (MBH) et la longueur mandibulaire (MDL) qui sont corrélées, la première positivement et la seconde négativement.

Tableau 51. Première ACP des dimensions de la mandibule : Matrice des corrélations des 4 variables pour les 15 individus et les 2 moyennes

Variables	SYH	MBH	BIGB	MDL
SYH	1	0,67	0,35	0,65
MBH	0,67	1	0,44	0,58
BIGB	0,35	0,44	1	0,62
MDL	0,65	0,58	0,62	1

Tableau 52. Première ACP des dimensions de la mandibule : Valeurs propres des 4 composantes principales

Composantes principales	Valeurs propres	% de la variance totale	Valeurs propres cumulées	Pourcentages cumulés
1	2,663612	66,59029	2,663612	66,5903
2	0,711277	17,78192	3,374889	84,3722
3	0,385173	9,62932	3,760061	94,0015
4	0,239939	5,99847	4	100

Tableau 53. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids factoriels des variables sur les composantes principales

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
SYH	0,826417	-0,423968	-0,227436	-0,292504
MBH	0,827183	-0,296699	0,458107	0,133701
BIGB	0,721188	0,6502	0,13283	-0,198706
MDL	0,881081	0,144007	-0,325483	0,31148
Var. Expl.	2,663612	0,711277	0,385173	0,239939
Prop. Tot.	0,665903	0,177819	0,096293	0,059985

Plan CP1/CP2 (Figure 138)

Poids factoriels des variables

Le premier plan, formé par les composantes principales 1 et 2, explique près de 84, 4% de la variance totale. La projection des poids factoriels des variables sur ce plan confirme un effet de taille important le long du premier axe principal. Les mandibules de grandes dimensions sont projetées sur la moitié droite du plan.

La combinaison avec la composante 2 apporte une nuance. Les mandibules à corps haut (à la symphyse et au niveau M1/M2) sont projetées vers les valeurs négatives de cet axe (plus particulièrement le quart inférieur droit du plan), tandis que vers le haut se situent les individus à mandibule plutôt ouverte (quart supérieur droit du plan).

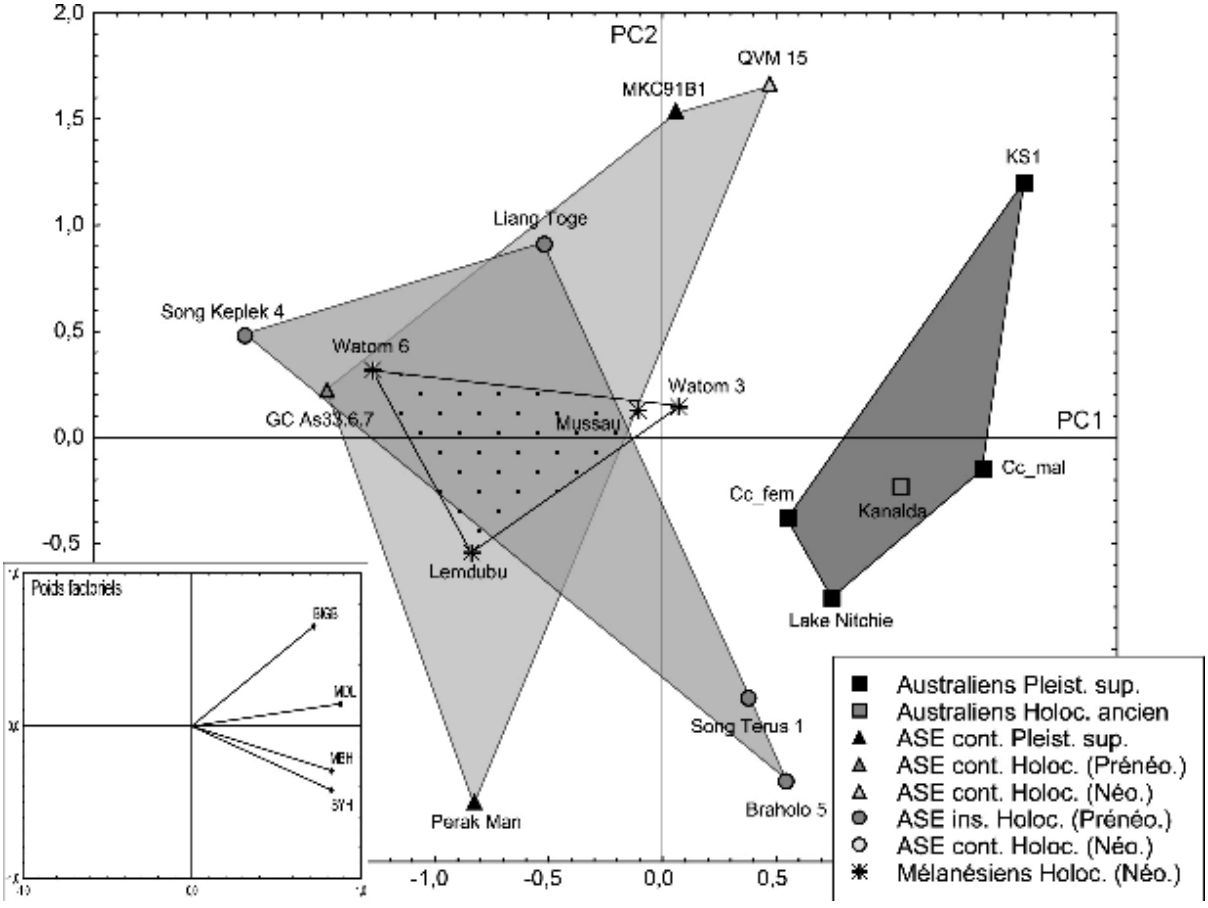


Figure 138. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (66,59%) et 2 (17,78%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; QVM : Quynh Van)

Répartition des individus

Les fossiles australiens se distinguent nettement des trois autres sous-groupes géographiques qui se recoupent largement. Cette distinction s'effectue essentiellement le long de la première composante principale, les mandibules fossiles australiennes se caractérisent par leurs très grandes dimensions générales. On remarque au sein de ce sous-ensemble australien la position particulière occupée par l'individu 1 de Kow Swamp, la mandibule de ce spécimen étant particulièrement ouverte.

Les fossiles d'Asie du Sud-Est montrent une très large variabilité morphométrique pour les 4 variables sélectionnées. En ce qui concerne les individus insulaires, deux petits groupes se distinguent : Song Terus 1 et Braholo 5 sont projetés très proches l'un de l'autre, dans le quart inférieur droit du plan, non loin des Australiens fossiles. Ces deux mandibules indonésiennes présentent de fortes dimensions et un corps mandibulaire particulièrement haut. A l'opposé, dans le quart supérieur gauche du plan, se trouvent Song Keplek 4 et Liang Toge. Ces mandibules présentent de faibles dimensions générales, elles sont plutôt ouvertes et le corps mandibulaire est bas. La plus petite mandibule de notre échantillon pour la combinaison de ces 4 variables correspond à l'individu 4 de Song Keplek.

Les fossiles continentaux sont également largement dispersés sur ce plan. L'individu QVM 15 de Quynh Van et Moh Khiew 1 sont projetés en position très haute, témoignant de mandibules largement ouvertes. En position moyenne selon l'axe 2 mais du côté des valeurs nettement négatives de l'axe 1, se situe l'un des individus « prénéolithiques » de Gua Cha. Cette mandibule est petite. Enfin, à l'extrême base du plan, on trouve le fossile de Gua Gunung Runtuh (*Perak Man*), qui se distingue des autres fossiles d'Asie du Sud-Est continentale par des dimensions mandibulaires assez faibles et une mandibule particulièrement étroite.

Plan CP2/CP3 (Figure 139)

Poids factoriels des variables

L'expression des variables sur le plan CP2 / CP3 (27,4% de la variance totale expliquée) est particulièrement intéressante (encadré Figure 139). En effet, les quatre variables s'expriment chacune selon un axe et / ou une direction distincts, elles ne sont pratiquement pas corrélées entre elles sur ce plan, il n'y a donc pas d'effet de taille. Sur la droite du plan sont projetés les individus à mandibule ouverte et plutôt basse à la symphyse, et inversement sur la gauche du plan. Dans la moitié supérieure du plan se situent les individus dont la mandibule est courte (faible longueur) et le corps assez haut au niveau M1 / M2, alors que la partie basse du plan est occupée par les mandibules longues à corps bas. Les quatre parties de ce plan offrent finalement la possibilité d'observer les combinaisons morphométriques les plus fréquentes pour ces variables au sein de cet échantillon, en dehors des différences de taille absolue.

Répartition des individus

Sur ce plan, les sous-ensembles géographiques se recouvrent largement. Pour des effectifs comparables, c'est le sous-groupe d'Asie du Sud-Est continentale qui montre la plus grande variabilité morphométrique (avec un individu dans chaque quart du plan sauf le quart inférieur gauche) tandis que le sous-groupe mélanésien est le moins étendu. Les quatre fossiles mélanésiens sont en effet regroupés au centre de la composante principale 2 et dans la moitié supérieure de plan : ils présentent des mandibules plutôt courtes à corps élevé. Egalement vers le centre de l'axe 1 (avec une plus grande variabilité que les mélanésiens) mais dans la moitié inférieure du plan se trouvent les fossiles australiens : leurs mandibules sont plus ou moins ouvertes mais généralement longues avec un corps plutôt bas.

Les spécimens d'Asie du Sud-Est (continentale et insulaire) sont largement dispersés sur ce plan. Toutes les morphologies les plus extrêmes représentées ici correspondent à un individu Sud-Est Asiatique. On notera quelques oppositions morphologiques particulières :

- l'individu 1 de Moh Khiew présente une mandibule dont les caractéristiques morphométriques (corps ouvert et moyennement haut, mandibule plutôt longue) sont complètement inverses de celles du *Perak Man* de Gua Gunung Runtuh (corps haut, mandibule courte et étroite) ;

- trois pôles morphologiques se distinguent nettement dans le sous-groupe insulaire : Braholo 5 (très proche du *Perak Man*) possède une mandibule étroite, courte avec un corps haut ; la mandibule de Song Terus 1 est étroite, longue et haute à la symphyse mais plus basse au milieu du corps ; enfin les fossiles Song Keplek 4 et Liang Toge (plus proches de MKC91B1) présentent des mandibules bien plus ouvertes, plutôt longues avec un corps assez bas.

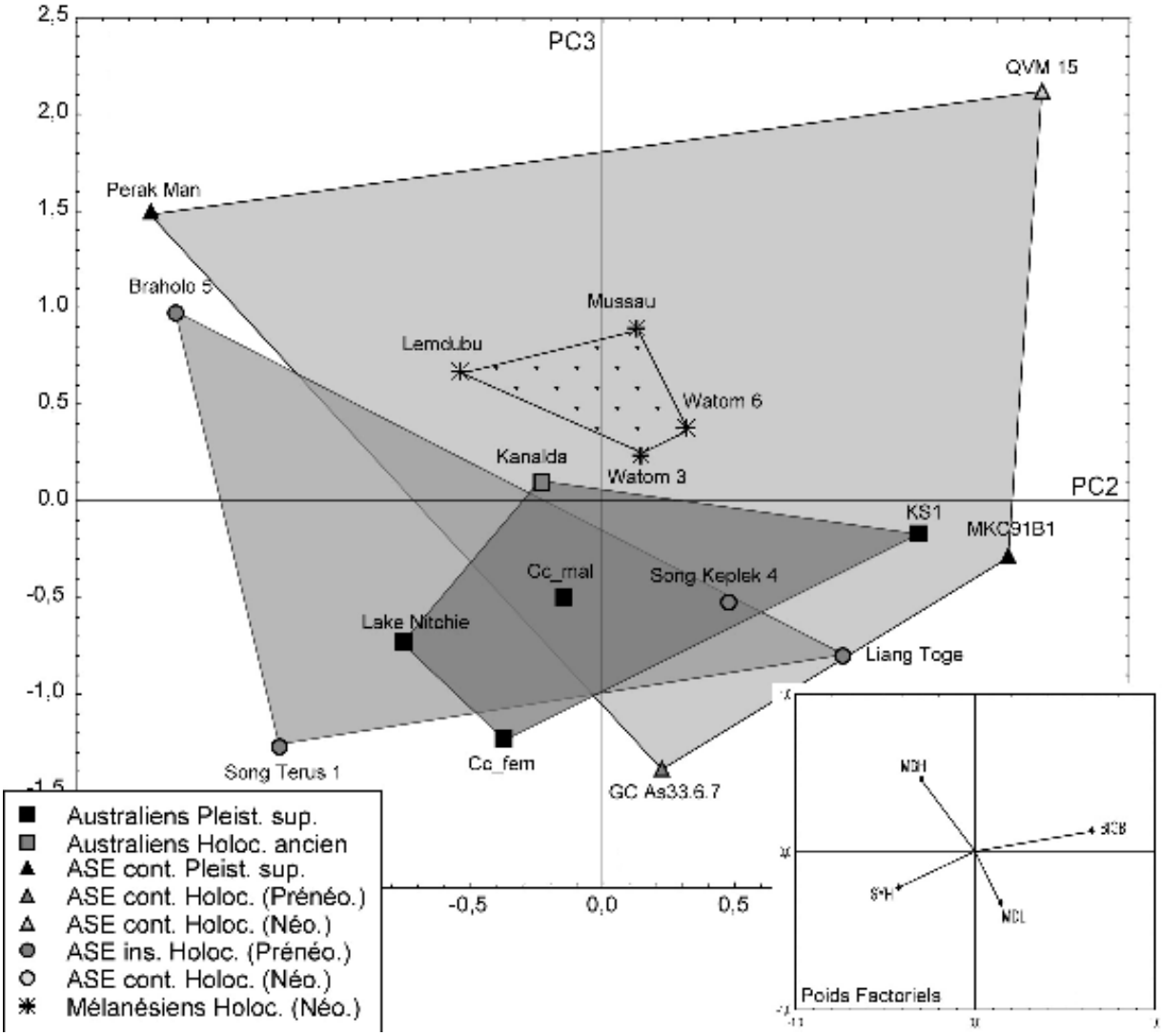


Figure 139. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (17,78%) et 3 (9,63%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; GC : Gua Cha ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; QVM : Quynh Van)

4.2.2.2. Seconde ACP : analyse détaillée de quelques fossiles

a. Les variables

Nous avons privilégié dans cette seconde analyse l'étude de quelques fossiles particuliers. La sélection des variables se doit cependant de rester cohérente et susceptible d'apporter suffisamment d'informations sur les fossiles en question. Les variables sélectionnées ici se rapportent au corps mandibulaire (hauteurs à la symphyse (SYH) et au niveau M1 / M2 (MBH) et épaisseurs correspondantes (SYT et MBT)) ; au ramus (largeur minimale du ramus : RMIB), et enfin à la largeur de la mandibule aux gonions (BIGB) (Figure 140).

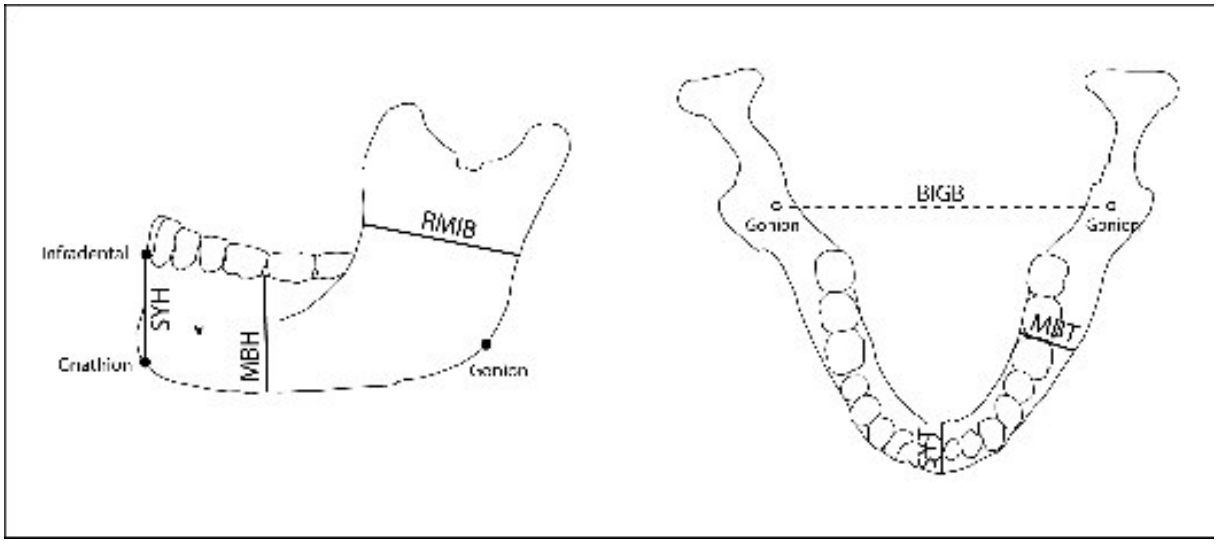


Figure 140. Localisation des mesures incluses dans la seconde ACP des dimensions de la mandibule (SYH : hauteur du corps à la symphyse ; MBH : hauteur du corps au niveau M1/M2 ; SYT : épaisseur du corps à la symphyse ; MBT : épaisseur du corps au niveau M1/M2 ; BIGB : largeur bi-goniaque)

b. Les individus

Neufs individus fossiles et deux moyennes (hommes et femmes de Coobool Creek) de notre échantillon présentent les six variables sélectionnées. Tous sont des fossiles prénéolithiques, à l'exception de Lemdubu. Les fossiles sud-est asiatiques les plus anciens sont particulièrement bien représentés, notamment 3 fossiles du sud-est de Java (Song Keplek 4, Song Terus 1 et Braholo 5), un fossile mis au jour à Flores (Liang Toge), un individu ancien des Philippines (Tabon) ainsi que le plus ancien spécimen d'Asie du Sud-Est continentale étudié dans ce travail, Moh Khiew 1. Deux individus (Kow Swamp 1 et Lake Nitchie) et deux moyennes (hommes et femmes de Coobool Creek) représentent les fossiles Australiens. Enfin, la mandibule de Lemdubu représente les hommes holocènes d'une région

à la frontière entre Indonésie et Mélanésie, ayant pu subir l'influence des populations australiennes, mélanésiennes et « austronésiennes ».

c. L'analyse

Des six variables incluses dans cette analyse (Tableau 54), les mieux corrélées sont les deux hauteurs mandibulaires (à la symphyse : SYH et au niveau M1/M2 : MBH) entre elles (0,69) et la hauteur du corps mandibulaire au niveau M1/M2 avec l'épaisseur à la symphyse (0,71). En revanche, la largeur bi-goniaque (BIGB) n'est pas du tout corrélée à la largeur minimale du ramus (RMIB : -0,03) ni à l'épaisseur du corps au niveau M1/M2 (MBT : 0,01) ; la corrélation entre ces deux dernières variables est également nulle. Toutes les autres variables sont moyennement à faiblement corrélées entre elles.

Le pourcentage de variance expliquée par les composantes principales chute au-delà du troisième axe (Tableau 55). Les trois premières composantes principales expriment près de 85% de la variance totale, la troisième composante en expliquant encore plus de 17%. Nous devons donc explorer attentivement les plans formés par ces 3 premiers axes principaux.

L'observation détaillée des poids factoriels des variables sur les axes principaux confirme que toutes les variables s'expriment sur les trois premiers axes (Tableau 56). Les composantes 4, 5 et 6 apportent peu d'informations supplémentaires.

Les six variables sont corrélées négativement à la première composante principale, on trouve donc un effet de taille certain. En particulier, la hauteur et l'épaisseur à la symphyse (SYH et SYT) ainsi que la hauteur du corps (MBH) s'expriment fortement du côté des valeurs négatives de cet axe. Selon la deuxième composante, s'expriment surtout la largeur bi-goniaque (BIGB), corrélée négativement (-0,69), et la largeur minimale du ramus (RMIB), corrélée positivement (0,695). Enfin, l'épaisseur du corps mandibulaire au niveau M1/M2 (MBT) s'exprime sur la troisième composante avec laquelle elle est inversement corrélée (-0,76).

Tableau 54. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Matrice des corrélations des 6 variables pour les 9 individus et les 2 moyennes

Variables	SYH	SYT	MBH	MBT	BIGB	RMIB
SYH	1	0,57	0,69	0,36	0,5	0,25
SYT	0,57	1	0,71	0,25	0,11	0,49
MBH	0,69	0,71	1	0,56	0,3	0,31
MBT	0,36	0,25	0,56	1	0,01	0
BIGB	0,5	0,11	0,3	0,01	1	-0,03
RMIB	0,25	0,49	0,31	0	-0,03	1

Tableau 55. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Valeurs propres des 6 composantes principales

Composantes principales	Valeurs propres	% de la variance totale	Valeurs propres cumulées	Pourcentages cumulés
1	2,891811	48,19685	2,891811	48,1968
2	1,173311	19,55519	4,065122	67,752
3	1,028127	17,13546	5,093249	84,8875
4	0,450809	7,51349	5,544059	92,401
5	0,283833	4,73056	5,827892	97,1315
6	0,172108	2,86847	6	100

Tableau 56. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids factoriels des variables sur les composantes principales

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6
SYH	-0,848568	-0,257347	0,145427	0,062062	0,4341	-0,016163
SYT	-0,813407	0,352939	0,078152	0,375787	-0,132935	0,220925
MBH	-0,913717	-0,02676	-0,169581	0,080594	-0,189468	-0,305374
MBT	-0,539653	-0,146191	-0,760666	-0,295197	-0,018621	0,145954
BIGB	-0,414047	-0,690615	0,514566	-0,192814	-0,203081	0,091751
RMIB	-0,461055	0,695328	0,358779	-0,418244	0,015229	-0,008057
Var. Expl.	2,891811	1,173311	1,028127	0,450809	0,283833	0,172108
Prop.Tot.	0,481968	0,195552	0,171355	0,075135	0,047306	0,028685

Plan CP1/CP2 (Figure 141)

Poids factoriels des variables

Le premier plan, formé par les composantes 1 et 2, exprime 67,8% de la variance totale. L'effet de taille déjà mentionné (voir encadré sur la Figure 141) projette les mandibules de grandes dimensions sur la moitié gauche du plan. Les mandibules les plus à gauche selon l'axe 1 présentent notamment un corps mandibulaire haut (à la symphyse et au niveau M1/M2) et une symphyse épaisse.

L'axe 2 est quant à lui corrélé positivement à la largeur minimale de la branche montante (RMIB) et négativement à la largeur mandibulaire bi-goniaque (BIGB). Les mandibules étroites et à ramus larges sont donc projetées dans la moitié supérieure du plan tandis que le bas du plan est occupé par les mandibules largement ouvertes et à branches montantes plutôt étroites.

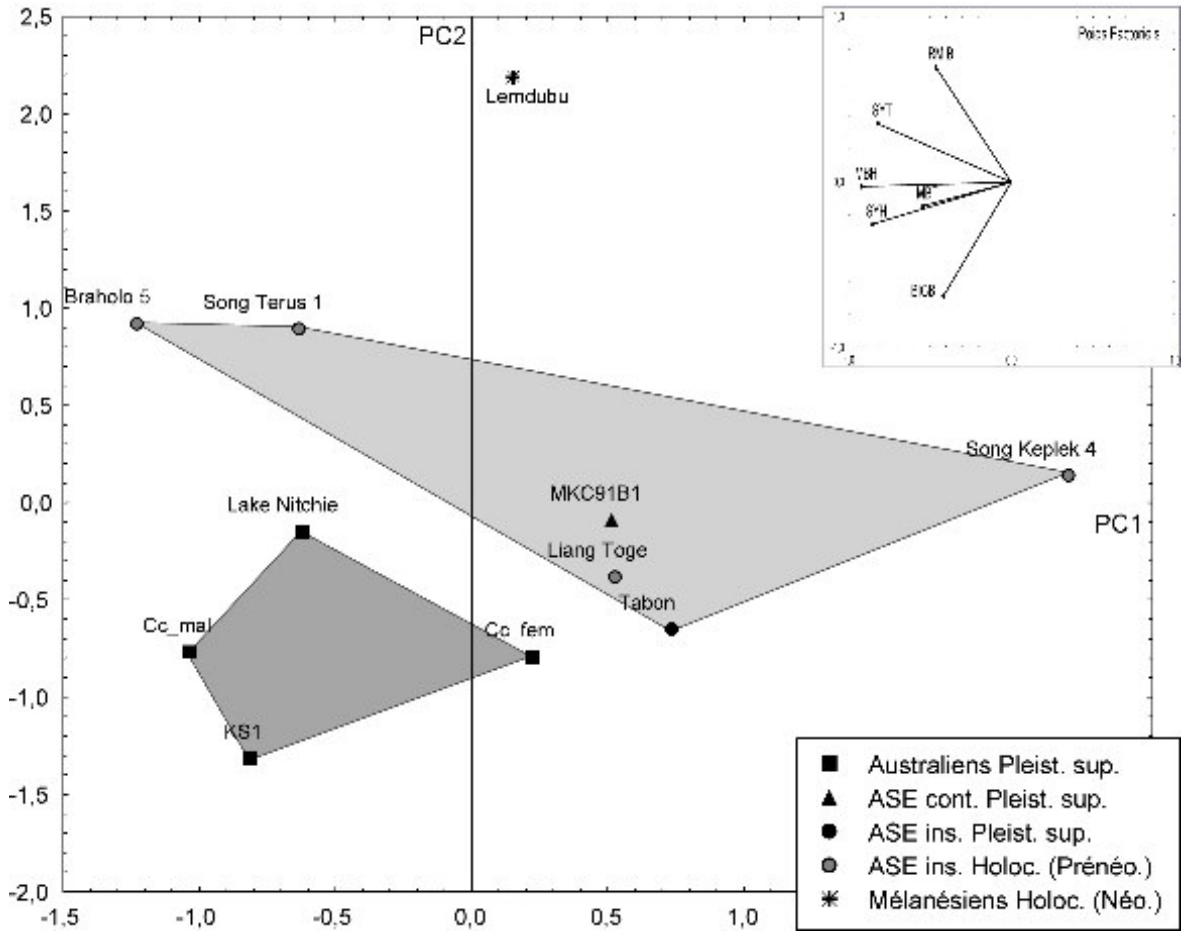


Figure 141. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (48,2%) et 2 (19,6%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

Répartition des individus

Les neuf individus et les deux moyennes sont largement répartis sur ce premier plan, mais de petits regroupements sont visibles. Il n'y a aucun recouvrement des sous-ensembles géographiques, les distinctions sont remarquablement nettes le long de la deuxième composante principale. Les fossiles australiens occupent le quart inférieur gauche du plan, ils sont caractérisés par des mandibules de fortes dimensions, exception faite de la relative faible largeur des branches montantes. En remontant vers les valeurs positives de l'axe 2, on trouve ensuite le groupe des fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire. Notons ici que l'unique spécimen d'Asie du Sud-Est continentale s'inscrit dans la variabilité des insulaires. Ces fossiles sud-est asiatiques présentent des mandibules de taille globale très variable puisqu'ils couvrent tout l'éventail des valeurs de l'axe 1 et se situent dans les valeurs moyennes pour l'axe 2 (valeurs moyennes pour la largeur bi-goniaque et pour la largeur minimale des branches montantes). Enfin, à l'extrémité positive de la composante 2 - et isolé des autres fossiles - se situe l'individu de Lemdubu dont la mandibule est de taille moyenne, peu ouverte et avec de larges ramus.

L'observation de la variabilité des fossiles d'Asie du Sud-Est sur ce plan révèle l'existence de trois morphologies mandibulaires distinctes, illustrées sur la Figure 142.

Dans le quart supérieur gauche du plan se trouvent les mandibules de Braholo 5 et de Song Terus 1, de fortes dimensions générales, dont les branches montantes sont particulièrement larges. Les fortes dimensions du corps mandibulaire, notamment les épaisseurs à la symphyse et au niveau M1/M2, sont certainement à mettre en relation avec le développement marqué des caractères morphologiques mis en évidence dans le Chapitre 2. Le net développement du trigone mentonnier (Song Terus 1) et / ou l'ébauche de planum alvéolaire (Braholo 5) peuvent expliquer la forte épaisseur à la symphyse. De même, l'épaississement vertical dans le prolongement inférieur de la ligne oblique externe (Braholo 5 et surtout Song Terus 1) explique la grande épaisseur du corps au niveau M1/M2.

Dans le quart inférieur droit, mais proche du centre du plan, se situe un petit groupe composé des individus suivants : Liang Toge et Tabon (Asie du Sud-Est insulaire), individu 1 de Moh Khiew (Asie du Sud-Est continentale) et moyenne des femmes de Coobool Creek (Australie). Ces mandibules fossiles sont de taille globale moyenne, plutôt ouvertes avec des branches montantes assez étroites.

Enfin, à l'extrême droite du plan est projeté l'individu 4 de Song Keplek. La mandibule de ce fossile, particulièrement petite, ressort donc dans une position très distincte de toutes les autres sur ce plan.

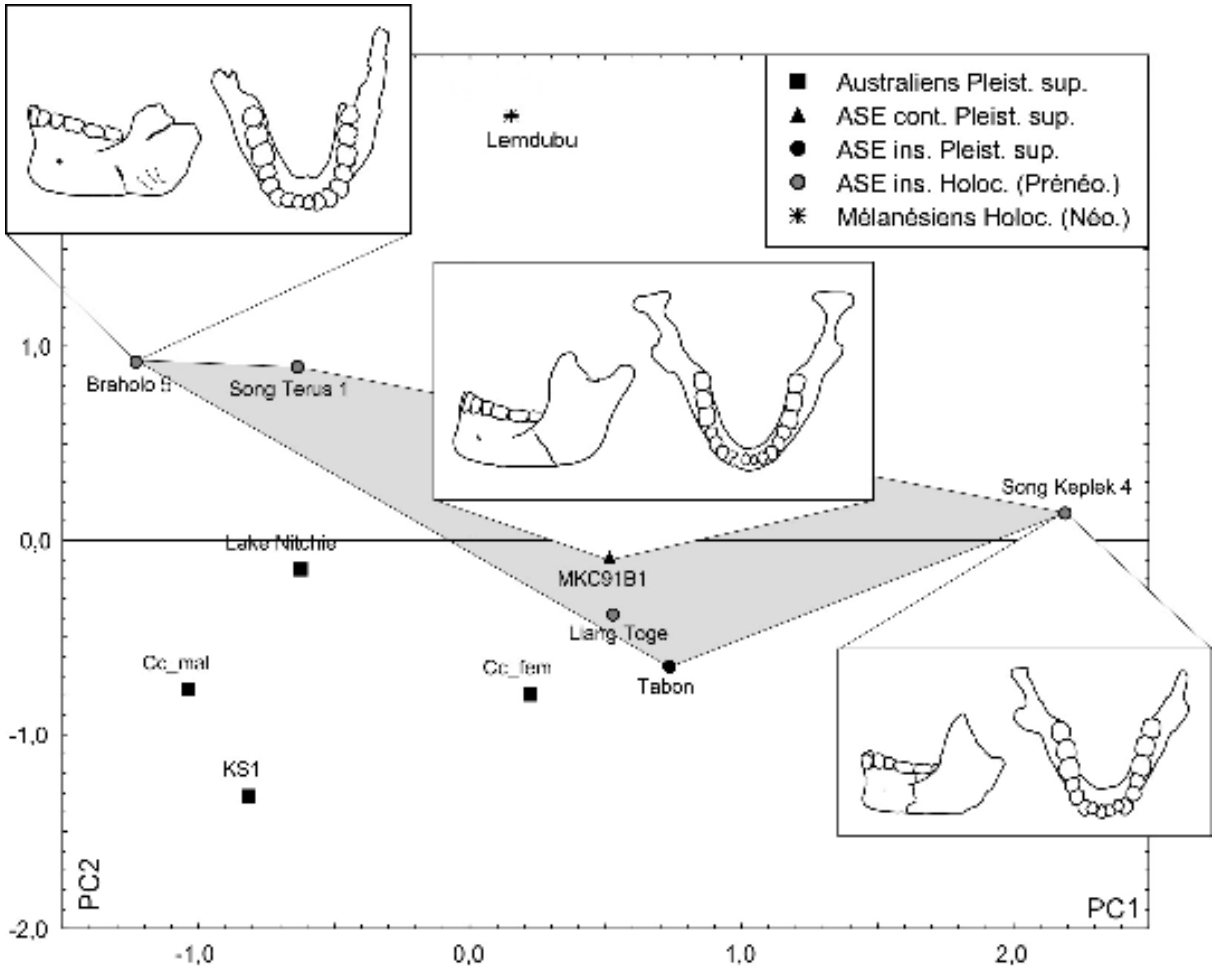


Figure 142. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Plan CP1 / CP2, projection des individus et représentation des contours des trois morphologies mandibulaires des fossiles d'Asie du Sud-Est mises en évidence sur ce plan (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

Plan CP2/CP3 (Figure 143)

Poids factoriels des variables

Le plan formé par les composantes principales 2 et 3 est complémentaire du premier plan que nous venons d'examiner. En effet, la projection des poids factoriels des variables sur ces axes ne montre aucun effet de taille sur ce plan. Au contraire, trois variables s'expriment de façon très distincte (en encadré, Figure 143).

Par conséquent, la position d'un fossile sur ce plan rend compte des différences morphométriques locales de sa mandibule par rapport à un patron morphométrique moyen pour cet échantillon (centre du plan).

La largeur minimale des branches montantes (RMIB) est fortement corrélée positivement à l'axe principal 2 et un peu plus faiblement à l'axe 3. La largeur bi-goniaque (BIGB) est corrélée positivement à la troisième composante principale et négativement à l'axe principal 2. Enfin, l'épaisseur du corps mandibulaire au niveau M1/M2 (MBT) est corrélée négativement à la composante 3.

Répartition des individus

Les fossiles d'Asie du Sud-Est forment encore sur ce plan un groupe à large variabilité morphométrique. MKC91B1 est ici projeté nettement hors du sous-ensemble des individus sud-est asiatiques insulaires, il occupe la position la plus haute sur le plan. Il se distingue par la finesse de son corps mandibulaire, quoique la mandibule soit assez largement ouverte, avec des branches montantes relativement larges.

A l'opposé de l'individu 1 de Moh Khiew, dans la position la plus basse de notre échantillon selon la composante 2, se trouve projetée la mandibule de Tabon. Celle-ci est très nettement isolée de toutes les autres en raison de la très forte épaisseur de son corps au niveau M1 / M2.

Un autre « pôle morphométrique » des mandibules fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire est constitué de Braholo 5 et Song Terus 1, individus toujours très proches l'un de l'autre. Il s'agit des seuls spécimens dans le quart inférieur droit du plan. Ces mandibules sont assez peu ouvertes, caractérisées par un corps mandibulaire épais et des branches montantes plutôt larges.

L'individu 4 de Song Keplek est projeté dans une position très proche du centre du plan, sa mandibule présente une morphologie proche du patron morphométrique moyen de l'échantillon pour ce plan.

Enfin, Liang Toge est le seul individu d'Asie du Sud-Est également inclus dans le sous-ensemble des fossiles australiens. Ceux-ci occupent le quart supérieur gauche du plan. Leurs mandibules sont largement ouvertes, avec un corps plutôt fin et des branches montantes assez étroites. Sur ce plan, Lake Nitchie entre dans la variabilité morphométrique des Sud-Est Asiatiques insulaires.

Quant à l'individu de Lemdubu, il est encore sur ce plan nettement isolé de tous les autres fossiles. Cette position est due à sa mandibule étroite avec des branches montantes de faible largeur.

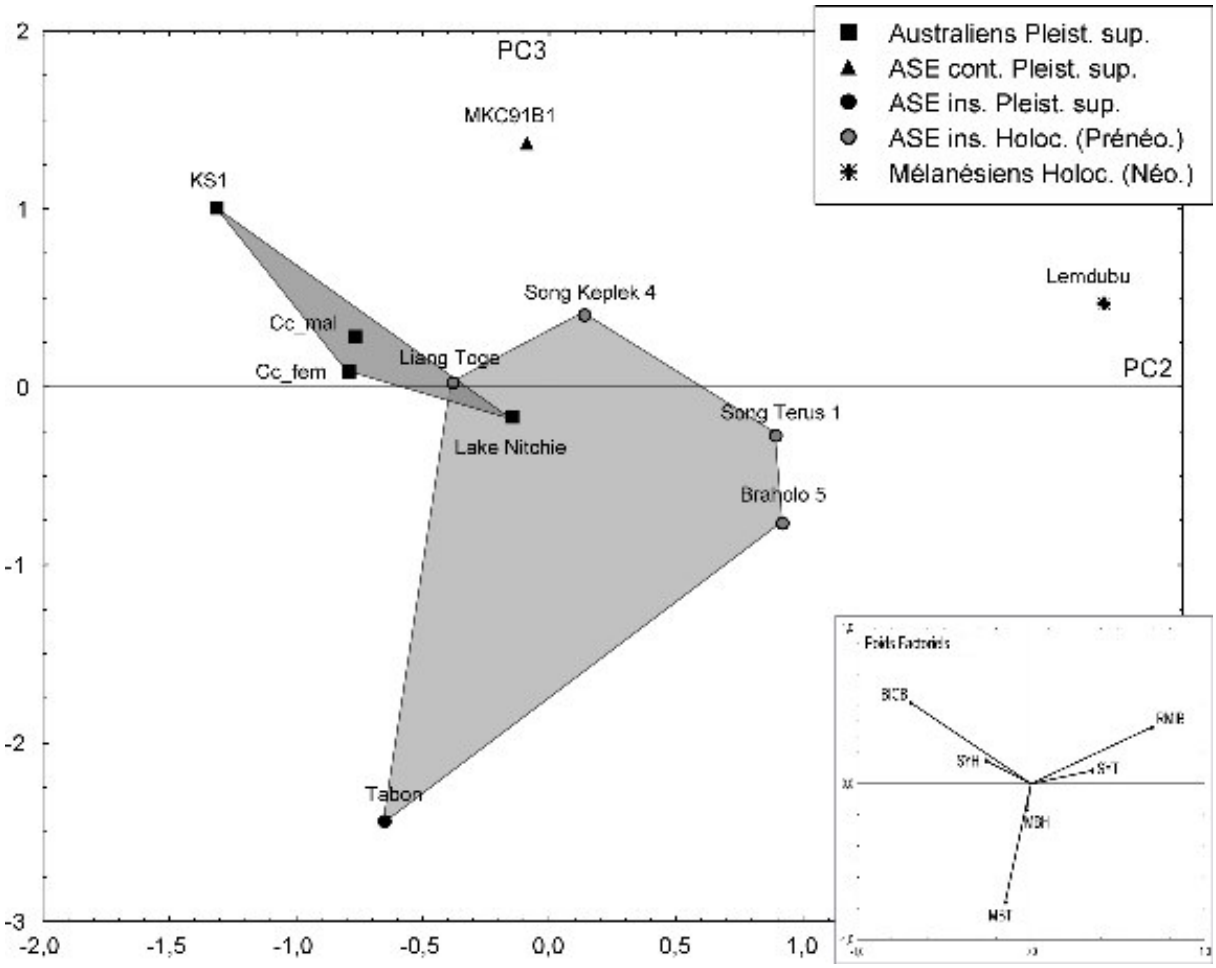


Figure 143. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (19,6%) et 3 (17,1%) (Cc_M : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_F : moyenne des femmes de Coobool Creek ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave)

Nous retiendrons de ces deux analyses des dimensions mandibulaires la très forte diversité morphométrique des spécimens d'Asie du Sud-Est. Tous les types de mandibule sont rencontrés, en terme de taille générale mais aussi de développement relatif des différentes portions anatomiques. Notons également que les fossiles australiens se distinguent toujours nettement : même si certains spécimens sud-est asiatiques s'en rapprochent, leurs mandibules restent différentes.

4.3. Les dents : ACP des dimensions dentaires

Les dimensions dentaires font très fréquemment l'objet d'analyses morphométriques. L'analyse multivariée des diamètres dentaires bucco–linguaux et mésio-distaux, en valeurs absolues, permet d'étudier l'évolution :

- de la taille globale des dents (réduction ou augmentation générale de la taille des dents au cours du temps) ;
- des proportions relatives des différents types de dents (dents supérieures/dents inférieures ; dents antérieures/dents jugales).

Plusieurs études ont permis de proposer des hypothèses sur les migrations humaines préhistoriques en Asie orientale et en Océanie à partir d'analyses dentaires (voir par exemple Kirch *et al.*, 1989 ; Matsumura, 2000). De même que pour le crâne et la face, deux pôles morphométriques sont reconnus dans cette vaste région. Il s'agit des populations à affinités australiennes (dites « australoïdes » ou « australo-mélanésiennes ») présentant des dents de grandes dimensions et des populations à affinités chinoises (dites « mongoloïdes ») présentant des dents plus petites.

Depuis le débat qui eut lieu entre von Koenigswald et Hooijer dans les années 1950 (Hooijer, 1950 ; von Koenigswald, 1952), deux modèles s'opposent pour tenter d'expliquer cette variabilité métrique :

- variabilité directement reliée aux conditions environnementales locales (notamment par l'intermédiaire des ressources alimentaires exploitées) ;
- variabilité liée aux contacts et mélanges entre groupes humains donc ces différences peuvent être utilisées pour tracer l'histoire des migrations humaines préhistoriques.

A partir de l'étude dentaire de plusieurs échantillons humains australiens de l'Holocène, Brace (1980) avait montré l'existence d'un gradient de taille dentaire du nord au sud de l'Australie, les populations présentant les plus petites dents se trouvant vers le nord. La réduction dentaire de ces populations avait alors été interprétée comme le résultat de mélanges entre les populations indigènes plus anciennes « à grandes dents » avec des groupes humains à dents plus petites (rapprochés des Mongoloïdes), arrivés plus récemment

sur la côte nord de l'Australie. Matsumura (2000) invoque les mêmes processus pour les populations préhistorique d'Asie du Sud-Est.

Mais, de même que pour la tendance à la diminution des dimensions du crâne, et plus particulièrement du massif facial, d'autres chercheurs évoquent simplement une dérive graduelle, locale, résultant du relâchement des contraintes masticatrices et non de l'arrivée de nouveaux groupes de populations plus graciles (Bulbeck, 1981 ; Smith *et al.*, 1981).

4.3.1. Les variables

Afin de pouvoir analyser un maximum d'individus, nous avons limité le choix des variables aux dimensions bucco-linguales des prémolaires et des molaires (M3 exclues car leur croissance est souvent perturbée, jusqu'à l'agenèse dans certains cas). Dans la pratique, le diamètre bucco-lingual est plus aisé à relever (plus accessible) que le diamètre mésio-distal, en particulier sur des fossiles dont le dégagement n'est pas parfait.

Grâce à un effectif d'individus assez important présentant à la fois les dents supérieures et inférieures, nous pouvons combiner les largeurs des dents jugales supérieures et inférieures dans une seule analyse.

Ainsi, huit variables sont incluses dans cette analyse en composantes principales.

4.3.2. Les individus

Au total, 18 individus et 7 moyennes sont conservés dans cette analyse et chaque groupe géographique est représenté par un nombre satisfaisant d'individus. Cependant, le sous-ensemble australien ne comporte que deux individus et deux moyennes, ce qui n'est pas suffisant pour pouvoir en apprécier pleinement la variabilité ; ces dernières données constituent ici des indicateurs pour la polarisation de l'analyse.

Tableau 57. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Matrice des corrélations des 8 variables pour les 18 individus et les 7 moyennes

Variables	MXP1 BL	MXP2 BL	MXM1 BL	MXM2 BL	MDBP1 BL	MDBP2 BL	MDBM1 BL	MDBM2 BL
MXP1 BL	1	0,83	0,81	0,79	0,69	0,57	0,71	0,57
MXP2 BL	0,83	1	0,74	0,76	0,67	0,61	0,69	0,63
MXM1 BL	0,81	0,74	1	0,88	0,64	0,51	0,68	0,58
MXM2 BL	0,79	0,76	0,88	1	0,62	0,57	0,68	0,72
MDBP1 BL	0,69	0,67	0,64	0,62	1	0,71	0,8	0,68
MDBP2 BL	0,57	0,61	0,51	0,57	0,71	1	0,7	0,77
MDBM1 BL	0,71	0,69	0,68	0,68	0,8	0,7	1	0,85
MDBM2 BL	0,57	0,63	0,58	0,72	0,68	0,77	0,85	1

Tableau 58. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Valeurs propres des 4 premières composantes principales

Composantes principales	Valeurs Propres	% de la variance totale	Valeurs propres cumulées	Pourcentages cumulés
1	5,869536	73,3692	5,869536	73,3692
2	0,833758	10,42197	6,703293	83,79116
3	0,394181	4,92726	7,097474	88,71843
4	0,323878	4,04847	7,421352	92,7669

Tableau 59. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Poids factoriels des variables sur les composantes principales

Variables	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4
MXP1BL	0,874087	0,325347	0,199321	-0,054714
MXP2BL	0,86725	0,220346	0,150478	-0,256534
MXM1BL	0,856258	0,389488	-0,110773	0,121613
MXM2BL	0,880158	0,285348	-0,295012	-0,026201
MDBP1BL	0,84828	-0,207794	0,353573	0,233342
MDBP2BL	0,787002	-0,453885	0,053478	-0,332038
MDBM1BL	0,89122	-0,23333	-0,02231	0,273477
MDBM2BL	0,843982	-0,37762	-0,322699	0,010521
Var. Expl.	5,869536	0,833758	0,394181	0,323878
Prop. Tot.	0,733692	0,10422	0,049273	0,040485

4.3.3. Plan CP1 / CP2 (Figure 144)

Poids factoriels des variables

Le premier plan, formé par les composantes 1 et 2, exprime près de 84% de la variance totale, la première composante en explique plus de 73% à elle seule (Tableau 58). La projection des poids factoriels des variables sur ce plan met en évidence un effet de taille très prononcé selon la première composante (en encadré sur la Figure 144 p.297). Les individus portant de grosses dents (prémolaires et molaires larges) sont donc projetés du côté des valeurs positives de cet axe.

La corrélation des variables avec la deuxième composante est complémentaire de la première : cette composante est corrélée positivement à la largeur des dents supérieures et négativement à la largeur des dents inférieures (Tableau 59). Les individus dont les dents supérieures sont relativement plus larges que les dents inférieures sont donc préférentiellement projetés du côté des valeurs positives de l'axe 2 (Figure 144).

Répartition des individus

Les individus australiens possèdent bien les dents les plus larges : Kanalda et la moyenne des hommes de Coobool Creek présentent les valeurs les plus fortes selon la première composante. La position de Kow Swamp 16 et de la moyenne des femmes de Coobool Creek par rapport à cette composante montre un clair dimorphisme sexuel dans la largeur absolue des dents jugales, bien que ces deux valeurs indiquent des largeurs nettement plus grandes que la majorité des autres individus inclus dans l'analyse.

Les spécimens d'Asie du Sud-Est présentent une grande variabilité sur ce plan. Wajak 2, Song Keplek 4 et les deux premiers spécimens de Moh Khiew possèdent les dents les plus larges mais Wajak 2 se différencie nettement des autres par des dents supérieures bien plus larges que les dents inférieures. Liang Toge et Song Keplek 4 présentent la tendance inverse : leurs dents inférieures sont larges comparées aux dents supérieures (nous avions effectivement noté dans le chapitre précédent que les dents inférieures de SK4, particulièrement grosses, n'avaient pas assez de place sur la mandibule, donnant une arcade dentaire très irrégulière). Une tendance claire à la réduction des largeurs dentaires peut être distinguée chez les *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire. Alors que tous les individus pré-néolithiques sont projetés dans la moitié droite du plan, les moyennes des

quatre groupes néolithiques sont situées assez loin sur la gauche de ce plan. Cette tendance ne se retrouve pas chez les Sud-Est Asiatiques continentaux.

Les mélanésiens présentent quant à eux une très grande variabilité sur ce plan. Lemdubu est proche de Wajak 2 ; Koné 13C et Mussau présentent les dents les plus étroites, non loin des spécimens néolithiques d'Asie du Sud-Est insulaire ; Watom 3 et Koné 13B se situent plutôt à proximité des fossiles australiens féminins et des sud-est asiatiques anciens (Liang Toge et Song Keplek 4).

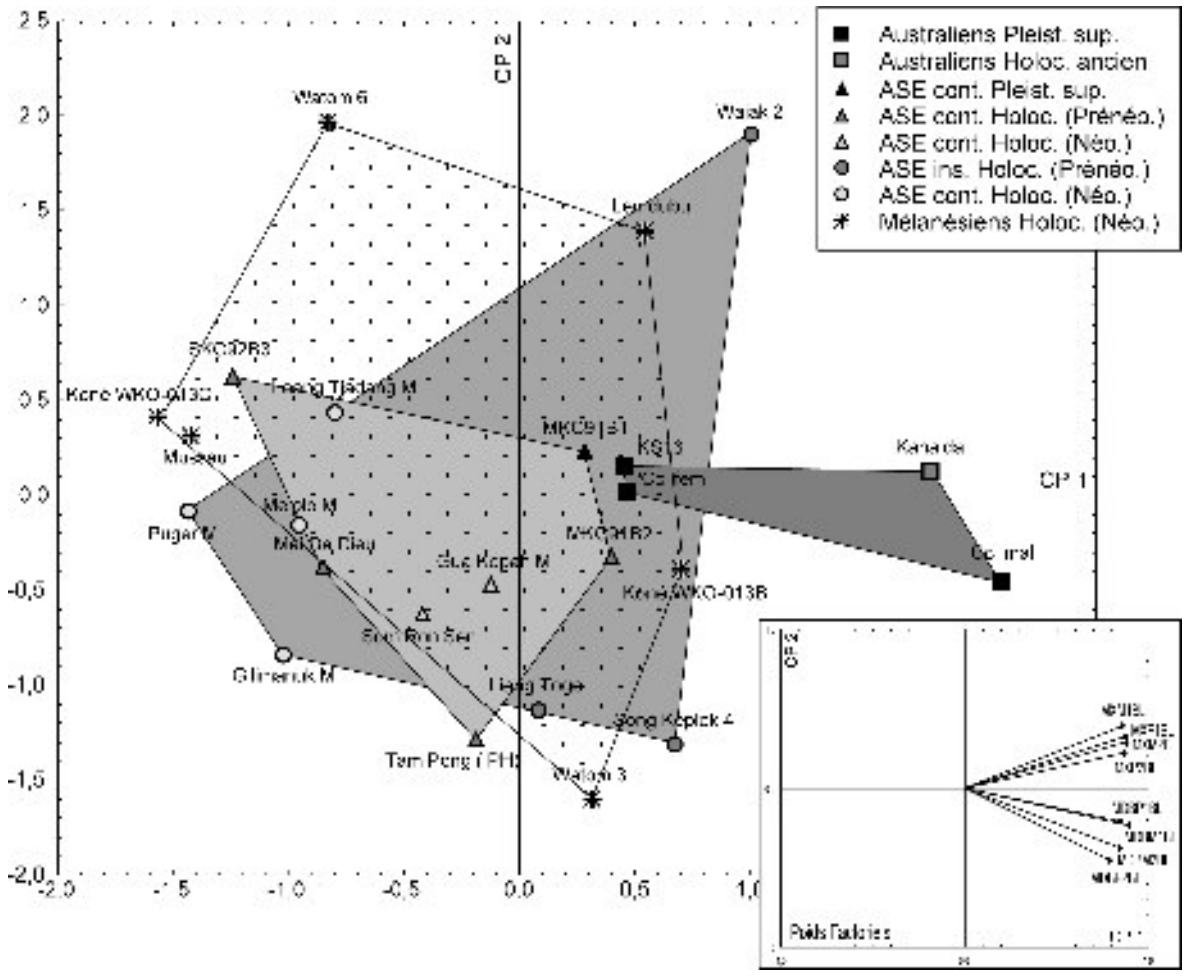


Figure 144. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures et supérieures : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (73,4%) et 2 (10,4%) (M : moyennes ; Cc_mal : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_fem : moyenne des femmes de Coobool Creek ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; SKC : Sakai Cave)

4.3.4. Plan CP2/CP3 (Figure 145)

Poids factoriels des variables

Le plan CP2/ CP3 n'exprime que 15,3% de la variance totale. Cependant, la combinaison CP2/ CP3 est intéressante : la deuxième composante propose un contraste entre dents supérieures et dents inférieures alors que la troisième composante est corrélée positivement aux largeurs des prémolaires et négativement aux largeurs des molaires (Tableau 59 p.295 et Figure 145). Les individus présentant des molaires beaucoup plus larges que les prémolaires sont donc projetés du côté des valeurs négatives de la CP3 tandis que les spécimens dont les prémolaires et les molaires tendent à présenter des largeurs équivalentes sont projetés vers les valeurs positives de l'axe.

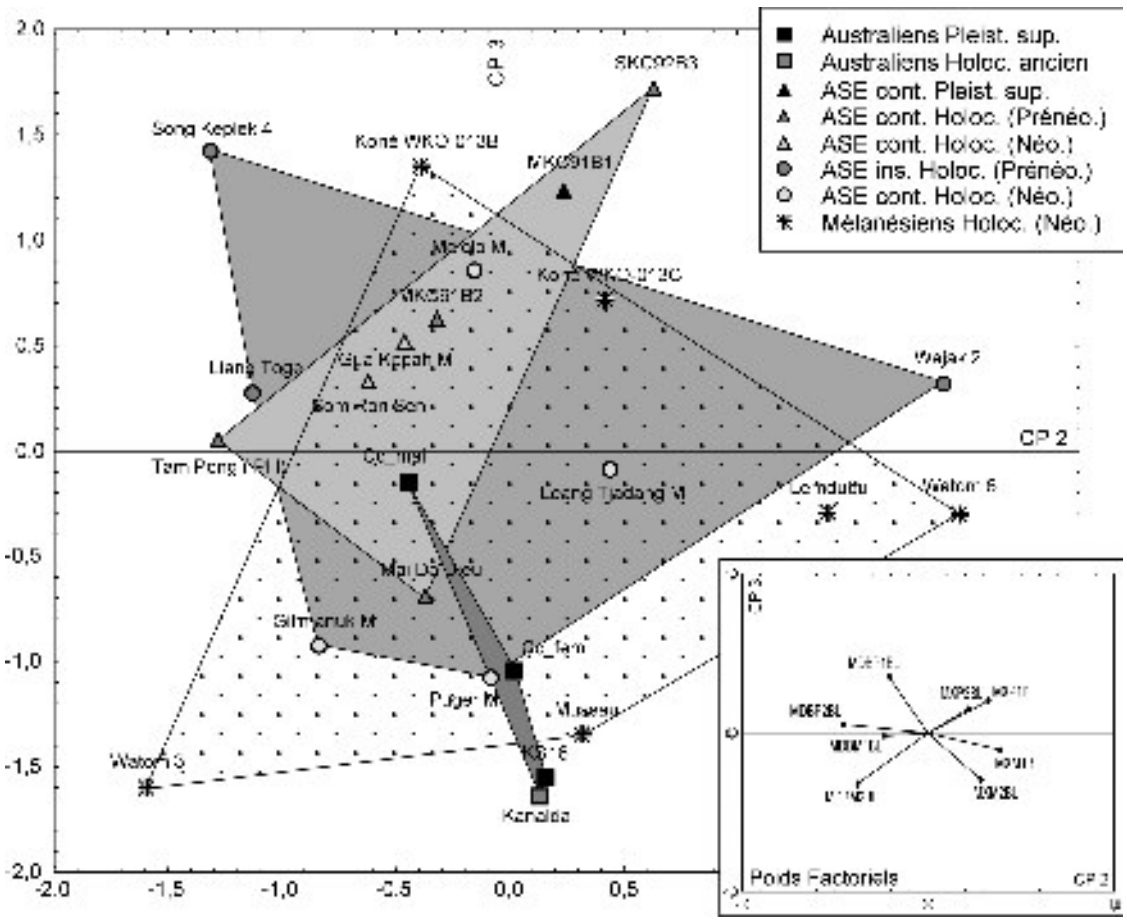


Figure 145. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures et supérieures : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (10,4%) et 3 (4,9%) (M : moyennes ; Cc_mal : moyenne des hommes de Coobool Creek ; Cc_fem : moyenne des femmes de Coobool Creek ; KS : Kow Swamp ; MKC : Moh Khiew Cave ; SKC : Sakai Cave)

Répartition des individus

La dispersion des sous-ensembles géographiques sur ce plan n'est pas évidente à interpréter (Figure 145 p.298). Les fossiles australiens sont projetés dans la moitié basse du plan (molaires nettement plus larges que les prémolaires), de même que la majorité des Mélanésiens, mais très peu de Sud-Est Asiatiques. Ceux-ci sont largement répartis, préférentiellement sur la moitié supérieure du plan (différences moindres entre les largeurs des prémolaires et des molaires). On remarque encore ici le regroupement de Koné 13B avec Song Keplek 4 et la proximité de Liang Toge et Tam Pong, dans le quart supérieur gauche du plan.

Aucune tendance chronologique ne peut être distinguée sur ce plan, on remarque même que ce sont les fossiles les plus récents (néolithiques) d'Asie du Sud-Est qui tendent à être les plus proches des Australiens du Pléistocène selon la troisième composante principale.

Nous retiendrons de cette analyse des dimensions dentaires la forte taille générale des dents jugales des Australiens fossiles. Les spécimens d'Asie du Sud-Est continentale et insulaire doivent être distingués en terme de largeurs dentaires absolues : les premiers (continentaux) présentent une large variabilité de taille, sans tendance chronologique ; tandis que chez les seconds (insulaires), les largeurs dentaires diminuent nettement au cours du temps, les individus néolithiques présentent des dents jugales plus étroites.

Chapitre 4 EVOLUTION DES CONFORMATIONS CRANIENNES DEPUIS LE PLEISTOCENE INFERIEUR

APPROCHE PAR LA MORPHOMETRIE GEOMETRIQUE

1. INTRODUCTION

Dans le chapitre précédent, nous avons proposé des analyses multivariées de différentes portions anatomiques (neurocrâne, face et dents) d'*Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est, comparés à des spécimens fossiles mis au jour dans les régions environnantes (Asie de l'Est, Australie, Pacifique). Les limites de cette approche morphométrique traditionnelle (analyses de distances linéaires) ont été brièvement évoquées. Cependant, nous avons pu retirer d'importants résultats de ces analyses, grâce notamment aux larges possibilités comparatives offertes par ces méthodes classiques (bases de données complétées entre auteurs, confrontation des résultats avec ceux d'études antérieures). Les variations générales de taille des différentes portions anatomiques étudiées a pu être facilement mise en évidence dans nos analyses, ce qui nous a donné la possibilité de situer les fossiles d'Asie du Sud-Est au sein d'un gradient de taille depuis les Australiens fossiles (robustes et de grande taille) jusqu'aux est asiatiques (graciles et de taille nettement plus petite).

Nous proposons dans ce chapitre d'aborder l'étude des *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est selon une approche complémentaire, faisant appel aux méthodes de la morphométrie géométrique.

La morphométrie (appellation générique regroupant tous les champs d'étude des formes) a subi de profonds changements depuis les années 1980, ce que Rohlf & Marcus (1993) ont appelé la « *Revolution in Morphometrics* ». Ces bouleversements se sont produits au niveau technique bien sûr, bénéficiant des énormes progrès de l'informatique, mais aussi et surtout à un certain niveau conceptuel : le retour à la description et au sens biologique et concret des variations de forme mises en évidence au moyen des statistiques (voir Bookstein, 1982 par exemple). Cet effort vers l'analyse des propriétés géométriques (quantification,

description et comparaison) d'organismes biologiques s'est manifesté dans l'avènement de la morphométrie géométrique. De nombreuses méthodes de morphométrie géométrique ont vu le jour, pouvant être réparties dans deux catégories principales (Rohlf & Marcus, 1993 ; Baylac, 1996 ; Dryden & Mardia, 1998) : les méthodes d'analyse de contours (analyses de Fourier ; courbes de Béziers) et les méthodes basées sur des superpositions de points repères (plaques minces, analyses Procrustes généralisées).

Appliquées aux hominidés fossiles, ces méthodes permettent de mieux capturer les informations concernant la forme des objets d'étude (ici des calottes crâniennes ou des portions crâniennes plus limitées) et offrent une puissance statistique et un confort graphique pour visualiser les variations de forme nettement supérieurs aux méthodes traditionnelles (O' Higgins, 1989 ; Friess, 1999 ; Bookstein *et al.*, 1999 ; Détroit, 2000 ; Delson *et al.*, 2001 ; Zollikofer & Ponce de Leon, 2002).

La problématique abordée dans ce chapitre concerne plus particulièrement l'origine des *Homo sapiens* fossiles mis au jour en Asie du Sud-Est. La possibilité d'appréhender séparément les différences de taille et de conformation des calottes crâniennes permet en effet d'analyser simultanément des *Homo sapiens* (fossiles et actuels) et des hominidés plus anciens, notamment des *Homo erectus*. Une partie des arguments avancés par les partisans du modèle multirégional (Chapitre 1) pour défendre l'hypothèse d'une continuité évolutive locale (en Asie du Sud-Est – Australie) depuis les *Homo erectus* classiques jusqu'aux *Homo sapiens* fossiles australiens par l'intermédiaire du groupe Ngandong – Ngawi - Sambungmacan peut être testée. Il s'agit notamment de comprendre si les conformations crâniennes présentées par les fossiles australiens les plus robustes (Kow Swamp/Cohuna) s'inscrivent à un quelconque degré dans la continuité évolutive des conformations des hominidés indonésiens plus anciens.

Nous présentons également dans ce chapitre des analyses de portions anatomiques plus réduites, poursuivant deux objectifs principaux :

- l'analyse des variations de forme de complexes anatomiques limités (frontal et partie postérieure de la calotte crânienne),
- l'étude et la comparaison de fossiles incomplets (fragmentaires, présentant des parties endommagées ou déformées taphonomiquement).

2. APPORTS DES METHODES DE LA MORPHOMETRIE GEOMETRIQUE, QUELQUES RAPPELS

Les méthodes utilisées dans ce travail sont les GPA (*Generalized Procrustes Analysis* = Analyses Procrustes Généralisées) encore parfois appelées GLS (*Generalized Least Square*) (Rohlf, 1990b). Le principe de base de ces méthodes repose sur la comparaison de structures anatomiques dont les formes sont modélisées au moyen d'ensembles de points repères. Ces points repères sont définis par leurs coordonnées en deux ou trois dimensions (X, Y et Z). La superposition de ces configurations permet alors d'analyser leurs différences de manière rigoureuse et objective, statistiquement et graphiquement. Les points méthodologiques des étapes successives des analyses Procrustes sont présentés dans la partie suivante (§ 3. Méthodes p.305), après quelques rappels sur les avantages des méthodes de superposition par rapport à celles de la morphométrie traditionnelle.

a. Distinction de la taille et de la conformation

L'un des premiers atouts de cette approche est la séparation des paramètres de taille et de conformation, qui peuvent être analysés indépendamment et éventuellement comparés. Dans le chapitre précédent, nous avons en effet été confronté à une limite reconnue des analyses traditionnelles de mesures linéaires : il n'est pas toujours facile de maîtriser l'influence de la taille globale sur des différences mises en évidence entre individus ou groupes d'individus. Le fait de ramener tous les spécimens analysés à une taille unitaire (*unit size*) permet d'analyser les différences réelles de conformation, selon l'équation « Forme = Taille + Conformation » (traduction de *Form = Size + Shape* ; Baylac, 1996). Il est alors possible d'éviter les résultats de type grands individus/petits individus, quelles que soient les différences de conformation véritables entre les spécimens.

b. Définition des points repères et géométrie des organismes étudiés

Les objets étudiés sont modélisés sous forme de configurations géométriques à partir d'un jeu de points repères qui peuvent être facilement localisés de façon équivalente (répétitive) sur tous les individus inclus dans une même analyse. La position des points repères respecte en effet une certaine homologie. Nous ne rentrerons pas dans le débat de l'homologie biologique de ces points : certains, tels les points triples situés à des intersections de sutures (zones de croissance osseuse) ou aux extrémités de structures anatomiques, ont

vraisemblablement un sens biologique important ; mais l'homologie biologique peut être absente ou intuitive, difficile ou impossible à démontrer pour certains points. La position des points, lorsqu'elle est bien définie, permet en tout cas de respecter une homologie dans la description géométrique des spécimens. Pour ces raisons, l'expression « points repères » est préférée à « points homologues » dans ce travail.

Les points repères peuvent être capturés (numérisés) en deux ou trois dimensions, directement sur les objets ou sur des représentations de ces objets (photographies ou vidéos en 2D, CT scan en 3D), permettant d'appliquer les différentes méthodes de morphométrie géométrique à un très grand nombre de sujets. Ainsi, la combinaison récente de la morphométrie géométrique et de l'imagerie médicale (scannographie) en paléoanthropologie a ouvert un champ exploratoire prometteur (voir par exemple Zollikofer *et al.*, 1998 ; Bookstein *et al.*, 1999 ; Weber, 2001 ; Ponce de Léon & Zollikofer, 2001). Il est désormais possible d'analyser des structures internes, intra-osseuses ou éventuellement masquées par du sédiment, inaccessibles directement sur les fossiles originaux.

c. Analyse statistique des conformations

Les configurations de points repères contiennent la totalité des caractéristiques des formes étudiées. L'information est exhaustive et non redondante ce qui, nous l'avons vu, n'est pas le cas en morphométrie traditionnelle. Les écarts entre les coordonnées réduites des points (après superposition des configurations) constituent les variables analysées statistiquement afin de mettre en évidence des différences entre individus, ou groupes d'individus, pouvant être ensuite interprétées dans le cadre de la problématique de départ (évolution, développement, différenciations géographiques…).

d. Visualisation graphique des résultats

A la différence des méthodes morphométriques traditionnelles, il est facile de retrouver, à l'issue (ou au cours) des analyses statistiques des configurations de points repères, la totalité de la forme de la structure étudiée. Les variations de conformation mises en évidence peuvent être immédiatement visualisées. Les composantes principales d'une ACP sont des composantes de conformation, le long desquelles il est possible de reconstituer les déformations extrêmes théoriques, de part et d'autre de la conformation moyenne (individu consensus) de l'échantillon analysé. La position d'un individu ou d'un groupe d'individus dans cet espace des conformations peut-être ainsi interprétée directement en termes de forme. De telles représentations graphiques facilitent également la détection de

mouvements de points localisés : les différences de conformations s'expriment en un mouvement global de tous les points repères au sein duquel il est possible de mettre en évidence des déplacements relatifs plus importants de certaines portions des conformations.

Ce retour graphique à la forme des structures après l'analyse statistique permet de mettre plus efficacement en relation des résultats morphométriques avec des observations anatomiques effectuées parallèlement (et éventuellement des hypothèses phylogénétiques qui en ont été déduites par l'analyse cladistique de caractères).

3. METHODES

En aucun cas notre but n'est de proposer ici une revue technique détaillée des méthodes de morphométrie géométrique. Depuis une vingtaine d'années, une littérature abondante leur est consacrée (en particulier Rohlf & Bookstein, 1990 ; Bookstein, 1991 ; Marcus *et al.*, 1996 ; Dryden & Mardia, 1998) ainsi qu'à leurs diverses applications en paléoanthropologie (par exemple : O' Higgins, 1989 & 2000 ; O' Higgins & Dryden, 1993 ; Lynch *et al.*, 1996 ; Chaline *et al.*, 1998 ; Bookstein *et al.*, 1999 ; Détroit, 2000 ; Ponce de Léon & Zollikofer, 2001 ; Delson *et al.*, 2001 ; Hennessy & Stringer, 2002 ; Zollikofer & Ponce de Leon, 2002). Dans la mesure du possible, nous nous contenterons d'une présentation intuitive des méthodes Procrustes, centrée sur leurs avantages graphiques, géométriques et statistiques pour notre problématique : l'analyse et la comparaison de structures crâniennes.

3.1. Typologie et choix des points repères

Les points repères utilisés pour les analyses présentées dans ce chapitre sont, pour la plupart, des points crâniométriques classiques, utilisés depuis longtemps en paléoanthropologie (voir en particulier Martin & Saller, 1957 ; Howells, 1969 et 1973a). La localisation et la définition des ensembles de points repères seront détaillées dans chaque sous-partie, correspondant à l'analyse d'un complexe anatomique particulier (respectivement calotte crânienne complète et calotte crânienne partielle). Nous avons déjà évoqué l'abondante littérature concernant les problèmes d'homologie biologique (voir Hall, 1994 par exemple) dont les discussions sont également valables pour la définition des points

repères (ou « points homologues ») utilisés en morphométrie géométrique. Dans cette discipline, une classification des points en trois types proposée par Bookstein (1991) est généralement utilisée. D'une certaine manière, cette taxinomie des points repères rend compte du degré de confiance que l'on peut avoir en l'homologie d'un type de point donné. Ce classement présenté dans le Tableau 60, légèrement modifié par O' Higgins (2000), considère non seulement les arguments développementaux et phylogénétiques à l'appui de l'homologie, mais aussi la facilité de localisation du point (répétitivité de la prise de mesures).

Tableau 60. Nomenclature des points repères ou points homologues (selon Bookstein, 1991 et O'Higgins, 2000)

Type de point	Caractéristiques, définition
Type I	Homologie fortement supportée (développement, évolution), points de rencontre de structures ou de tissus (points triples selon Bookstein, 1991)
Type II	Homologie supportée par la géométrie, éventuellement homologie de fonction, extrémités de structures anatomiques bien définies (points de courbure maximale selon Bookstein, 1991)
Type III	Points dont une coordonnée est déficiente : extrémité d'une structure arrondie selon une orientation particulière, par exemple (points construits selon Bookstein, 1991)

La plupart des points que nous avons sélectionnés appartiennent au type I, ce sont le plus souvent des points triples suturaux. Cependant, un certain nombre de points de type II et III ont été conservés car ce sont généralement de bons descripteurs de forme. Il s'agit par exemple des points de largeur crânienne maximale, des points marquant la largeur frontale minimale ou encore l'extrémité des apophyses mastoïdes. Le sens biologique et le « taux d'homologie » de ces points seront éventuellement discutés au cas par cas, lors de leur présentation dans chaque analyse.

Les points repères ont été numérisés en trois dimensions (coordonnées X, Y et Z) avec le bras articulé Microscribe® 3DX (les toutes premières numérisations avaient été effectuées au moyen de la table magnétique Polhemus®, qui comportait les inconvénients d'un encombrement assez important et surtout d'être très sensible aux éléments perturbateurs du

champ magnétique). Les numérisations ont été effectuées directement sur les crânes, le plus souvent sur les originaux en ce qui concerne les fossiles d'Asie du Sud-Est (les autres mesures ont été relevées sur des moulages : le détail des échantillons est spécifié en §4. p.316 et au début de chaque analyse).

3.2. Superpositions Procrustes (*GPA*)

3.2.1. Buts de la superposition Procrustes

Le but recherché est la comparaison, graphique et statistique, d'un certain nombre de conformations. A l'issue de la numérisation, les conformations de points repères, modélisant les objets étudiés, contiennent la totalité des informations de position des points dans l'espace par l'intermédiaire des coordonnées X, Y et Z. Mais au sein de cet ensemble de données brutes, plusieurs paramètres non-informatifs doivent être supprimés pour ne pas fausser les comparaisons de conformations.

Ainsi, la position et l'orientation des objets dans l'espace (des ensembles de points et non pas des points pris individuellement) ne contiennent pas de message biologique, puisqu'aucun plan anatomique (tel le Plan de Francfort) ne nous sert de référence.

La taille est aussi considérée comme un élément perturbateur des comparaisons de conformations. Cependant, il s'agit d'un paramètre important qui doit être soustrait mais conservé par ailleurs afin de pouvoir analyser les changements de conformation indépendamment des changements de taille et aussi confronter l'évolution de ces deux facteurs.

Ces paramètres, non-informatifs sur la conformation des objets étudiés, sont supprimés lors de la superposition Procrustes.

3.2.2. Les étapes de la superposition Procrustes

Les trois étapes de la superposition Procrustes, avec un ajustement selon les moindres carrés, sont présentés dans la Figure 146 (voir par exemple Rohlf & Slice, 1990 ; Rohlf, 1990b & 1999 ; Baylac, 1996 ; Klingenberg, 2002). Pour deux individus, la séquence est la suivante :

1. les deux calottes sont mises à la même taille unitaire, la taille centroïde de chaque spécimen (racine carrée de la somme des carrés des écarts entre le barycentre et chaque point repère) est sauvegardée par ailleurs à ce moment ;
2. les deux calottes subissent une translation afin de superposer leurs centres de gravité (une réflexion peut éventuellement être opérée) ;
3. les calottes subissent une rotation sur leur centre de gravité jusqu'à ce que l'ajustement optimal soit trouvé (la somme des carrés des écarts entre chaque paire de points homologues doit être la plus faible possible).

A l'issue de ces étapes, les différences de positions entre points repères équivalents rendent compte des différences de conformation entre les deux objets étudiés. Ces différences sont visualisées et analysées statistiquement, elles constituent les variables des analyses multivariées.

L'exemple de superposition présenté ici est un cas théorique simple, à deux objets. Appliquée à un plus grand nombre de spécimens, la superposition Procrustes fonctionne par itérations. Un individu consensus (individu moyen de l'ensemble de l'échantillon analysé) est calculé et tous les individus lui sont ajustés au mieux par répétition des différentes étapes jusqu'à trouver un ajustement optimal pour l'ensemble.

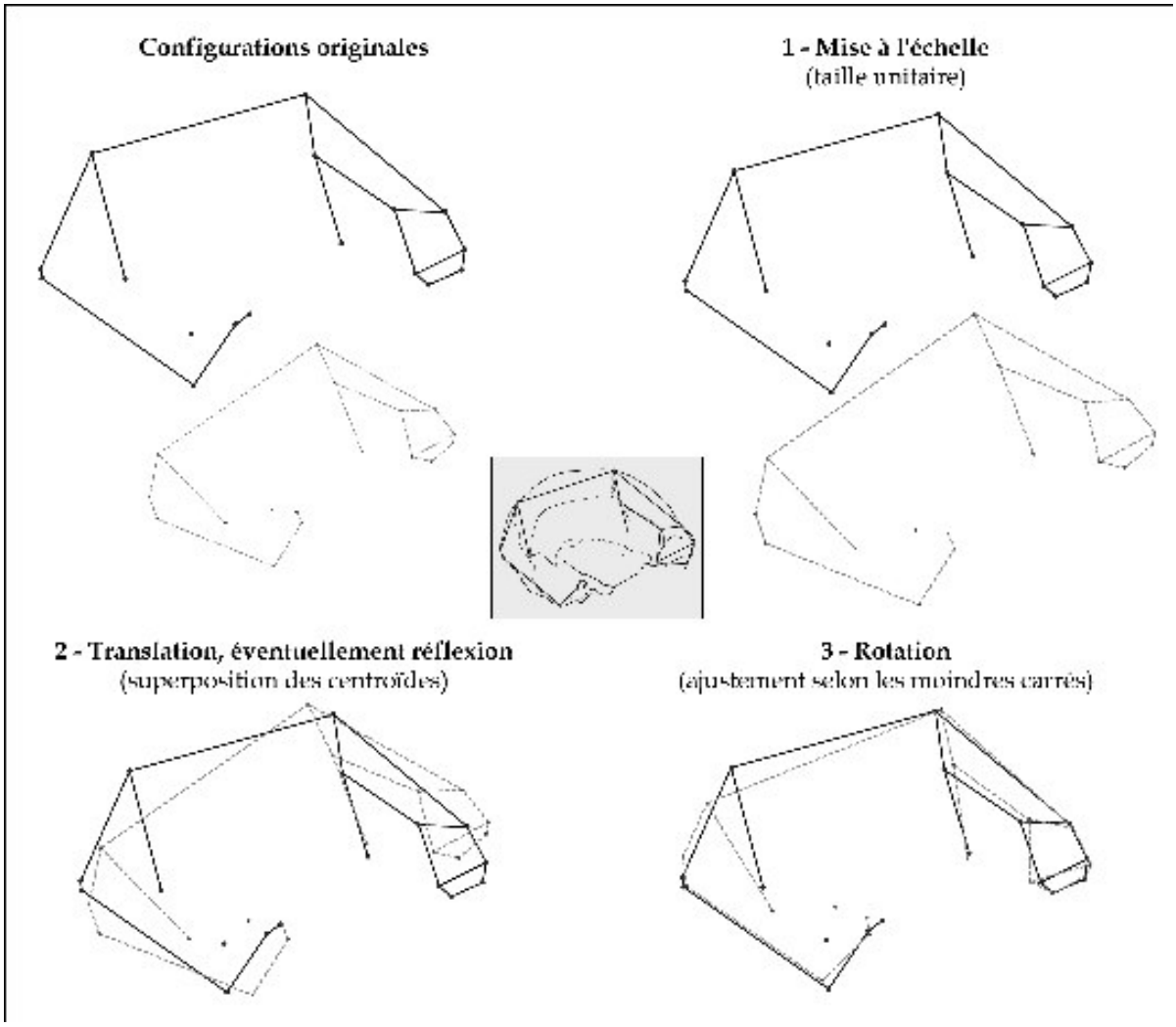


Figure 146. Les trois étapes fondamentales de la superposition Procrustes (méthode d'ajustement selon les moindres carrés) pour les deux calottes crâniennes Ngandong 12 (traits pleins) et KNMER 1813 (traits gris en pointillés). Les points repères permettant de modéliser les calottes sont ceux utilisés pour l'analyse des calottes complètes (vignette centrale et *cf. Définition des points repères* p. 320), seules les vues latérales droites sont présentées mais les spécimens et l'ajustement sont en 3D.

3.2.3. Particularités des données issues des superpositions

Après superposition, les individus se trouvent dans un espace courbe ou espace de la conformation de Kendall (Goodall, 1991 ; Rohlf, 1996 & 1999 ; Baylac, 1996). Chaque spécimen est un point de cet espace non euclidien des conformations dans lequel il est impossible d'effectuer directement des analyses statistiques traditionnelles. Pour ce faire, les points-individus doivent être préalablement projetés dans un espace tangent (euclidien) à l'espace de Kendall passant par l'individu moyen (consensus). La Figure 147 présente une

illustration classique de ces propriétés, pour l'étude d'objets à trois points repères (triangles). L'espace de la conformation de Kendall pour des triangles est la surface d'une sphère : toute conformation à trois points occupe une place sur cette sphère et ces individus doivent être projeté sur le plan tangent passant par le consensus avant de pouvoir être analysés statistiquement.

Les différences entre les distances Procrustes inter-individus (distances géodésiques sur la sphère de Kendall) et les distances Euclidiennes inter-individus (sur le plan tangent) doivent être petites pour que cette projection reste une bonne approximation de la réalité (Rohlf, 1996). Dans la pratique, ces conditions sont rencontrées quand les individus ne sont pas excessivement différents de l'individu consensus et Bookstein (1991) propose quelques consignes pour le cas des objets à trois points.

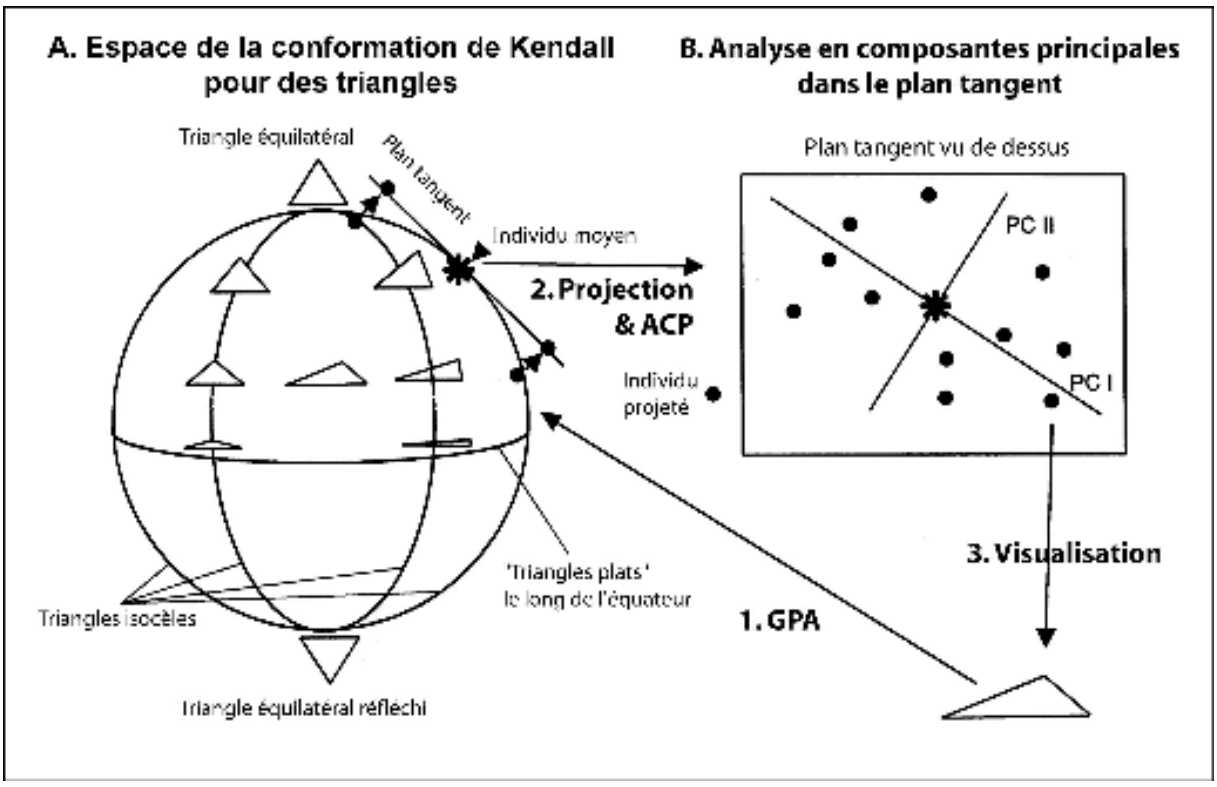


Figure 147. Représentation de l'espace de la forme de Kendall pour des triangles et principe du traitement des données pour l'analyse et la représentation des organismes (ici des triangles) dans un plan euclidien tangent passant par l'individu moyen de la superposition (consensus) (adapté de O' Higgins, 2000) (ACP = Analyse en Composantes Principales ; PC = Principal Components de l'ACP ; GPA = Generalized Procrustes Analysis)

Cependant, ce cas théorique (objets à trois points) est le plus simple et la généralisation de ces principes à des individus comportant un plus grand nombre de points repères n'est pas évidente. Slice a montré récemment que les individus après superposition Procrustes (*GPA*) ne se trouvaient pas dans l'espace des conformations de Kendall mais dans un autre espace courbe non-euclidien (de mêmes dimensions) qu'il appelle l'espace Procrustes (Slice, 2001). Pour des triangles, l'espace n'est pas la surface d'une sphère de diamètre 0,5 radius mais d'une hémisphère de diamètre 1 radius (*cf.* figure 3 p. 146 de Slice, 2001).

Dans la pratique, la plupart des cas remplissent la condition où les distances inter-individus dans l'espace tangent sont proches des distances Procrustes. En effet, en dehors du cas où des individus de conformations très différentes seraient inclus dans une même analyse, il est généralement admis que la dispersion des individus dans l'espace Procrustes (autour du consensus) est suffisamment limitée pour que l'application d'analyses multivariées standard dans l'espace tangent euclidien soit satisfaisante (Rohlf, 1996 ; O' Higgins, 2000 ; Slice, 2001).

3.3. Analyses statistiques et représentations graphiques

Pour des individus présentant k points repères en m dimensions, l'espace tangent euclidien dans lequel les individus sont projetés après superposition Procrustes est en $km-m-m(m-1)/2-1$ dimensions (nombre total de dimensions moins : 1 paramètre pour la mise à la taille unitaire, $m(m-1)/2$ paramètres pour la rotation et m paramètres pour la translation). Il est donc possible d'effectuer une Analyse en Composantes Principales pour extraire les $km-m-m(m-1)/2-1$ vecteurs propres (*eigenvectors*) correspondant aux composantes de conformation. Les éventuelles investigations statistiques complémentaires (analyses discriminantes par exemple) sont effectuées sur tout ou partie des composantes extraites de l'ACP.

Ces composantes expriment des changements de conformation à partir de l'individu consensus qu'il est possible de visualiser par déformation de ce dernier le long des composantes principales. Pour une composante donnée, ce *morphing* de la conformation moyenne est obtenu en ajoutant aux coordonnées des points de l'individu consensus le produit des vecteurs propres des points sur la composante et de la position (*score*) sur la composante.

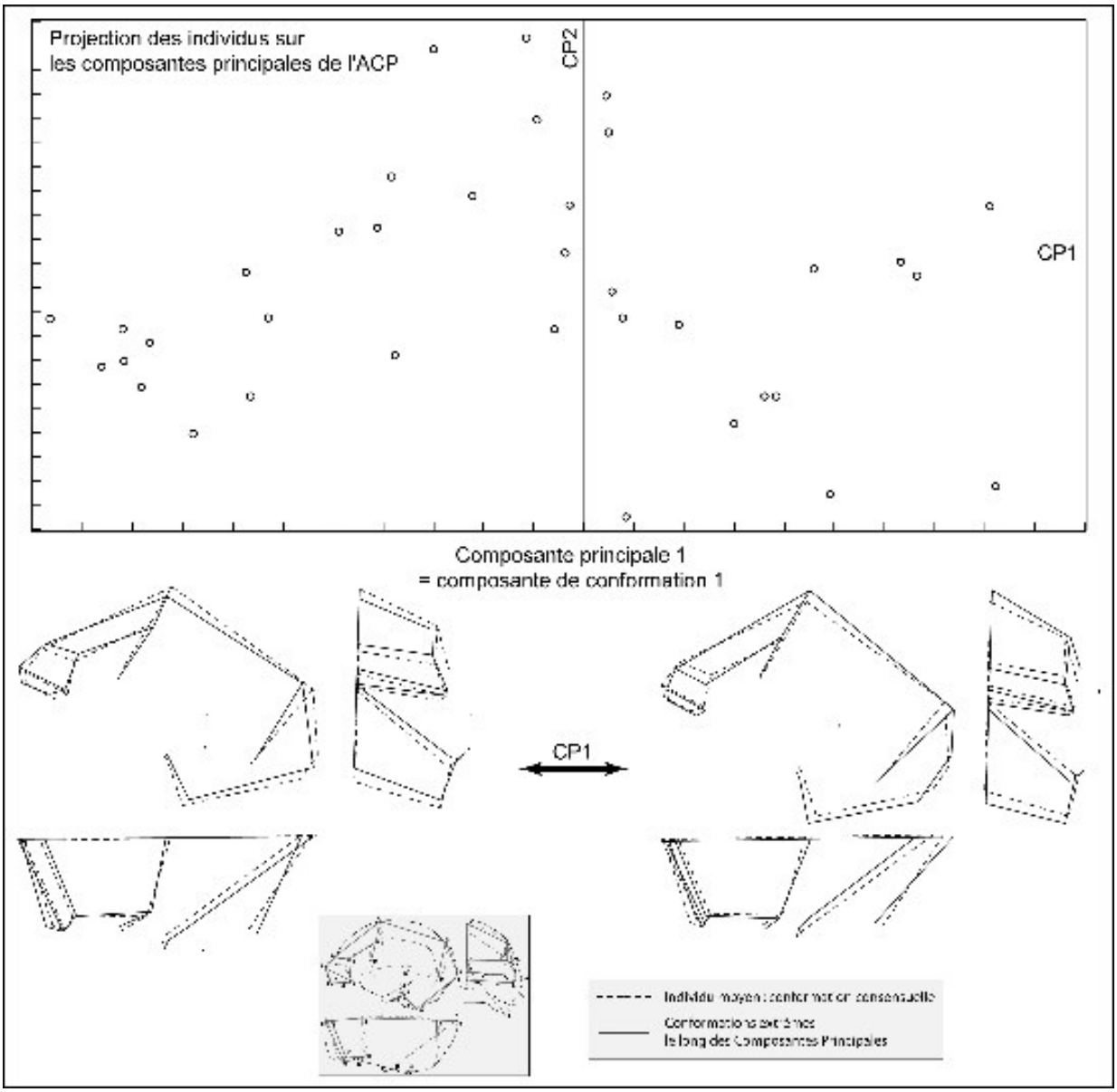


Figure 148. Exemple de visualisation des changements de conformation le long de la première composante principale (composante de conformation 1) pour des demi-calottes crâniennes. Chaque demi-calotte comporte 17 points repères en 3 dimensions (vignette grise). Les déformations extrêmes (traits pleins) de l'individu moyen (traits en pointillés) représentent les tendances des changements de conformation lorsque l'on se déplace le long de l'axe 1 de l'ACP. Les déformations associées à l'axe 2 ne sont pas représentées dans cet exemple.

La Figure 148 présente les déformations extrêmes le long de la première composante de conformation (individu fictif extrême pour les valeurs négatives et individu fictif extrême pour les valeurs positives de l'axe) pour une analyse de 36 demi-calottes crâniennes comportant chacune 17 points repères en 3 dimensions. Dans cet exemple, les individus sont projetés dans un espace tangent euclidien à (17 * 3) - 3 - (3*(3 - 1)/2) – 1 = 44 dimensions. Il est donc possible d'extraire 44 composantes de conformations pour cette analyse.

La possibilité de juxtaposer directement le nuage de points-individus projetés sur un plan donné de l'ACP avec la visualisation des changements de conformation associés aux axes définissant ce plan est un des avantages majeurs de ces méthodes de morphométrie géométrique. A la différence des méthodes de morphométrie linéaire classiques, la structure d'un nuage de points-individus -ou la position de certains individus sur un plan donné- peut être directement exprimée en termes de différences de conformations. Il faut cependant prendre garde à décrire les changements de conformation comme des ensembles. Les mouvements apparents de certains points ou de certaines portions anatomiques sont des déplacements relatifs, par rapport à l'ensemble des points analysés. Il n'est donc pas possible de décrire des déformations anatomiques localisées indépendamment du mouvement des autres points dans le cadre d'une *GPA* portant sur un plus grand nombre de points repères. Pour approfondir l'étude de certaines portions anatomiques précises, il est cependant aisé d'entreprendre de nouveaux jeux d'analyses complètes sur un nombre plus réduit de points repères limités à cette zone d'intérêt par fractionnement des matrices complètes de départ

Dans ce travail, le calcul de fonctions discriminantes simples ou multiples (analyses canoniques : *Canonical Variate Analysis, CVA*) sont effectuées dans un second temps, après les ACP. Ce type d'analyses permet non plus d'étudier les individus en maximisant la variance de l'échantillon total mais de tester puis d'analyser au regard des variables de conformation des groupes d'individus constitués *a priori* (voir en particulier Albrecht, 1980 pour une présentation particulièrement claire et « géométrique » des analyses discriminantes multiples).

Les analyses canoniques effectuées ici permettent d'une part la mise en évidence des variations de conformations différenciant les *Homo sapiens* (actuels et fossiles) des hominidés anciens (à « affinités *erectus* ») et d'autre part le classement et la caractérisation (en termes de conformation) des spécimens fossiles qualifiés d'intermédiaires (*Homo erectus* tardifs / *Homo sapiens* archaïques d'Afrique, de Chine et d'Indonésie) par rapport à ces deux pôles. L'homogénéité de ce groupe intermédiaire est testée et les possibilités d'évolution de conformations crâniennes de types *H. ergaster/ H. erectus* à des types *H. sapiens* anatomiquement modernes dans chaque région sont ainsi plus particulièrement analysées.

Les superpositions Procrustes et les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide des logiciels *Morpheus et al.* (D. Slice : 1994-1999), *NTSYSpc 2.02k* (J. Rohlf, *Applied Biostatistics* : 1986-1998) et *LINDA 5.20* (*LINear Discriminant Analysis and Comparison of Multivariate Samples*

with Randomization Tests, M. Cavalcanti : 1995-2001). La plate-forme d'analyse *Morpheus et al.*, le logiciel *LINDA* et de nombreuses applications utiles en morphométrie géométrique sont en accès libre sur internet (toutes les adresses sont sur le site *Morphometrics at SUNY Stony Brook* : http://life.bio.sunysb.edu/morph/).

3.4. Traitement des points manquants

Tout comme dans le chapitre précédent, l'un des objectifs poursuivis est l'analyse de crânes fossiles. Or ceux-ci sont la plupart du temps incomplets, y compris pour des portions anatomiques limitées, et tout individu comportant au moins un point manquant est éliminé des analyses. Pour les calottes crâniennes, complètes ou partielles, nous avons tiré parti de la symétrie bilatérale des ces objets afin de pouvoir inclure un maximum de fossiles dans les analyses, tout en employant une technique de reconstruction des points manquants simple et cohérente, tant d'un point de vue statistique que d'un point de vue géométrique.

Les calottes crâniennes ont été numérisées en totalité (côtés droit et gauche) mais seules des demi-calottes ont été superposées et analysées. La Figure 149 (p.315) présente les étapes suivies pour l'analyse Procrustes de ces calottes crâniennes. Après la numérisation, chaque calotte complète est subdivisée en deux demi-calottes : l'une droite et l'autre gauche, comportant chacune les points sagittaux communs aux deux moitiés et leurs points para-sagittaux propres. Après réflexion d'une moitié de l'effectif, les demi-calottes sont superposées par ajustement selon les moindres carrés (chaque spécimen est représenté par deux demi-calottes) et les coordonnées réduites des points sont sauvegardées. Une demi-calotte moyenne par individu est alors calculée en effectuant la moyenne arithmétique des coordonnées réduites de chaque point repère. Si un point sagittal manque d'un côté mais est présent de l'autre, les coordonnées de ce point pour la demi-calotte (« moyenne ») finale sont récupérées du côté où le point est présent.

Dans certains cas où les calottes crâniennes sont déformées d'un côté seulement (Sangiran SkIX, par exemple), les points ont été numérisés sur la moitié intacte uniquement (une seconde « moitié » symétrique à été produite par reflexion pour que chaque spécimen soit bien représenté par deux moitiés lors des superpositions).

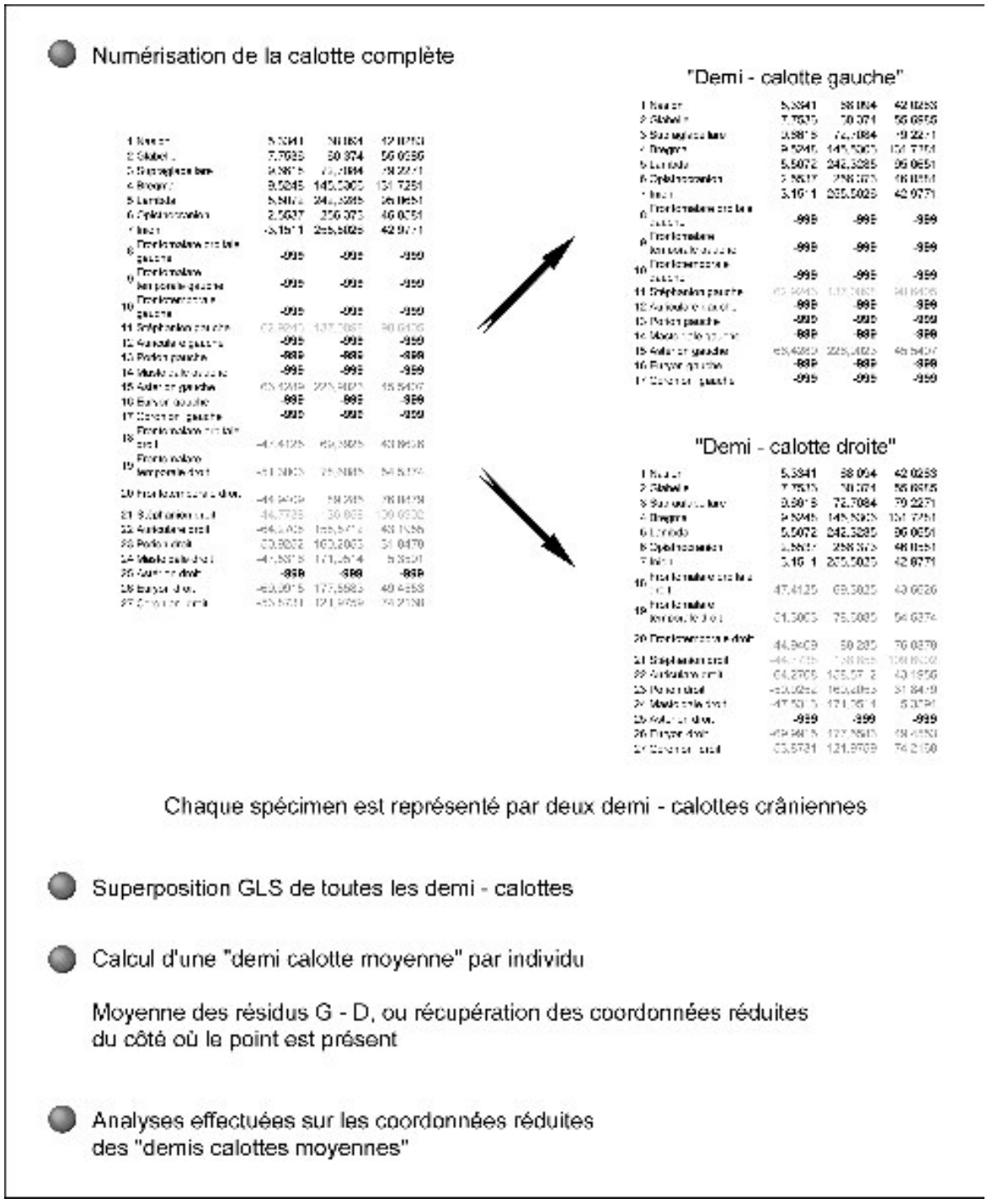

Numérisation de la calotte complète
"Demi - calotte gauche"
"Demi - calotte droite"
Chaque spécimen est représenté par deux demi - calottes crâniennes
Superposition GLS de toutes les demi - calottes
Calcul d'une "demi calotte moyenne" par individu
Moyenne des résidus G - D, ou récupération des coordonnées réduites du côté où le point est présent
Analyses effectuées sur les coordonnées réduites des "demis calottes moyennes"

Figure 149. Etapes successives de l'analyse Procrustes des calottes crâniennes avec reconstruction des points repères para-sagittaux manquants : de la numérisation des calottes complètes à l'Analyse en Composantes Principales des coordonnées réduites des points alignés des demi-calottes.

Une telle approche, simple et intuitive, de la reconstruction des points manquants soulève plusieurs difficultés méthodologiques, concernant notamment l'asymétrie des individus. De nombreuses études ont montré l'importance de l'asymétrie de structures anatomiques « symétriques ». Cette asymétrie peut-être aléatoire et/ou directionnelle,

correspondant à des stress agissant lors du développement de l'individu (Klingenberg & McIntyre, 1998 ; Klingenberg *et al.*, 1998 ; Debat *et al.*, 2000 ; Debat & David, 2001). Tout en étant conscient de l'existence probable de cette asymétrie entre les côtés gauche et droit des calottes crâniennes, nous partons du principe qu'elle ne constitue pas notre objet d'étude dans ce travail. Les différences que nous cherchons à mettre en évidence dans nos analyses Procrustes sont les différences entre individus et l'étude de structures moyennes (gauche et droite) est un moyen de s'affranchir des variations intra-individu. De récents développement des méthodes d'étude des structures symmétriques par superposition Procrustes devraient permettre à l'avenir d'aborder cette problématique de façon plus rigoureuse (statistiquement) et plus satisfaisante (graphiquement) (voir récemment Mardia *et al.*, 2000 ; Zollikofer & Ponce de Leon, 2002).

Mais la présence de points manquants nous empêche de travailler ici sur des calottes complètes moyennes (moyenne de deux calottes complètes : l'originale et sa réflexion). Il en résulte l'impossibilité de contraindre les déplacements des points sagittaux dans le plan sagittal uniquement. Ces points sagittaux des demi-calottes sont traités comme les autres points lors de la superposition Procrustes : les déformations trop importantes de part et d'autre du plan sagittal, détectées lors de l'observation des composantes de conformations tirées des ACP, sont généralement laissées de côté pour la suite des analyses.

4. MATERIEL

Au total, 122 individus ont été numérisés pour ces analyses Procrustes. Il s'agit principalement d'*Homo sapiens* fossiles (n=32 : Tableau 61 p.317) et d'hominidés fossiles plus anciens (n=27 : Tableau 62 p.318) d'Asie de l'Est et du Sud-Est et d'Australie (*cf. Annexes* pour la localisation des gisements et la chronologie des principaux fossiles).

L'échantillon de comparaison est composé d'hominidés fossiles africains, depuis *Homo habilis* (KNM-ER 1813) jusqu'aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes de Jebel Irhoud (n=14 : Tableau 63 p.319) ainsi que de crânes sub-actuels de provenances diverses (n=49 : Tableau 63 p.319). Quelques spécimens supplémentaires ont été numérisés (Néandertaliens « classiques » tels que Shanidar 5, Amud 1 ou Krapina 3 par exemple), ceux-ci seront mentionnés uniquement quand ils apparaissent dans les analyses et qu'ils apportent des nuances morphométriques pertinentes.

Tableau 61. *Homo sapiens* fossiles d'Asie et d'Australie : liste détaillée des spécimens numérisés pour les analyses Procrustes

Individu	Pays	Description anatomique	Attribution taxinomique	Original/ moulage	Lieu d'étude
Cohuna	Australie	crâne avec face	*H. sapiens*	moulage	IPH, Paris
Keilor	‘	crâne avec face	‘	‘	IPH, Paris
Kow Swamp 1	‘	calotte crânienne incomplète avec face	‘	‘	IPH, Paris
Kow Swamp 5	‘	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille
Kow Swamp 7	‘	calotte crânienne incomplète, face	‘	‘	LA, Marseille
Lake Mungo 1	‘	calotte crânienne incomplète	‘	‘	LA, Marseille
Lake Mungo 3	‘	calotte crânienne incomplète	‘	‘	LA, Marseille
Gua Nempong	Indonésie (Flores)	calotte crânienne incomplète	‘	original	NNM, Leiden
Liang Momer E	‘	calotte crânienne incomplète, face	‘	‘	NNM, Leiden
Liang Toge	‘	calotte crânienne incomplète, face	‘	‘	NNM, Leiden
Braholo 1	Indonésie (Java)	calotte crânienne incomplète	‘	‘	Punung, Pacitan
Braholo 2	‘	calotte crânienne et face incomplètes	‘	‘	Punung, Pacitan
Braholo 5	‘	calotte crânienne incomplète	‘	‘	Punung, Pacitan
Sampung H	‘	crâne incomplet	‘	‘	NNM, Leiden
Song Keplek 4	‘	crâne avec face	‘	‘	Punung, Pacitan
Wajak 1	‘	crâne avec face	‘	‘	NNM, Leiden
Moh Khiew B1	Thaïlande	calotte crânienne incomplète, face	‘	‘	SU, Bangkok
Moh Khiew B2	‘	calotte crânienne incomplète, face	‘	‘	SU, Bangkok
Lang Cuom x (?)	Vietnam	calotte crânienne	‘	moulage	IPH, Paris
Lang Cuom 12	‘	calotte crânienne	‘	original	IPH, Paris
Lang Cuom 10	‘	calotte crânienne	‘	‘	LABMH, Paris
Lang Cuom 11	‘	calotte crânienne	‘	‘	LABMH, Paris
Lang Cuom 13	‘	calotte crânienne	‘	‘	LABMH, Paris
Lang Cuom 9	‘	calotte crânienne	‘	‘	LABMH, Paris
Da But Than Hoa	‘	crâne avec face	‘	‘	LABMH, Paris
Liujiang	Chine	crâne avec face	‘	moulage	LA, Marseille
Upper Cave 101	Chine (Zhoukoudian)	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille
Upper Cave 102	‘	crâne incomplet avec face	‘	‘	LA, Marseille
Upper Cave 103	‘	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille
Ziyang	Chine	calotte crânienne	‘	‘	LA, Marseille
Minatogawa 1	Japon	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille
Minatogawa 4	‘	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille

Pour ce tableau et les deux suivants : IPH = Institut de Paléontologie Humaine ; ITB = *Institut Teknologi Bandung* (Bandung, Indonésie) ; LA = Laboratoire d'Anthropologie (Université de Marseille) ; LABMH = Laboratoire d'Anthropologie Biologique du Musée de l'Homme (MNHN, Paris) ; LAUGM = Laboratoire d'Anthropologie *Universitas Gadjah Mada* (Yogyakarta, Indonésie) ; NNM = *Nationaal Natuurhistorisch Museum* (Leiden, Pays-Bas) ; SU = *Silpakorn University* (Bangkok, Thaïlande).

Tableau 62. Hominidés fossiles anciens d'Asie : liste détaillée des spécimens numérisés pour les analyses Procrustes

Individu	Pays	Attribution taxinomique	Description anatomique	Original/ moulage	Lieu d'étude
Sangiran Skull IX	Indonésie (Java)	*H. erectus*	calotte crânienne, face	original	ITB, Bandung
Sangiran 2	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	moulage	LA, Marseille
Sangiran 12	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Sangiran 17	‘	*H. erectus*	calotte crânienne, face	‘	LA, Marseille
Sangiran 38	‘	*H. erectus*	calotte crânienne incomplète	‘	LA, Marseille
Trinil 2	‘	*H. erectus*	calotte crânienne incomplète	original	NNM, Leiden
Mojokerto	‘	*H. erectus*	calotte crânienne incomplète	‘	IPH, Paris / LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 1	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne incomplète	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 2	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	os frontal	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 5	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne sans occipital	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 6	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne incomplète	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 7	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 10	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 11	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne incomplète	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngandong 12	‘	*H. erectus/sapiens/soloensis*	calotte crânienne incomplète	‘	LAUGM, Yogyakarta
Ngawi	‘	*H. erectus/sapiens*	calotte crânienne	‘	Empu Tantular Museum, Surabaya
Sambungmacan 1	‘	*H. erectus/sapiens*	calotte crânienne incomplète	‘	LAUGM, Yogyakarta
Hexian	Chine	*H. erectus*	calotte crânienne	moulage	LA, Marseille
Sinanthrope 2	Chine (Zhoukoudian)	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Sinanthrope 3	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Sinanthrope 10	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Sinanthrope 11	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Sinanthrope 12	‘	*H. erectus*	calotte crânienne	‘	LA, Marseille
Dali	Chine	*H. erectus/sapiens*	crâne avec face	‘	LA, Marseille
Jinniushan	‘	*H. erectus/sapiens*	crâne avec face	‘	LA, Marseille
Maba 1	‘	*H. erectus/sapiens*	calotte crânienne et face incomplètes	‘	LA, Marseille
Nanjing 1	‘	*H. erectus/sapiens*	calotte crânienne incomplète	‘	LA, Marseille

Tableau 63. Individus de comparaison : liste détaillée des spécimens fossiles non-asiatiques et/ou sub-actuels numérisés pour les analyses Procrustes

Individu	Pays	Description anatomique	Attribution taxinomique	Original/ moulage	Lieu d'étude
KNM-ER 1813	Kenya	crâne avec face	*H. habilis*	moulage	LA, Marseille
KNM-ER 3883	Kenya	calotte crânienne	*H. ergaster*	‘	LA, Marseille
KNM-ER 3733	Kenya	crâne avec face	‘	,	LA, Marseille
KNM-WT 15000	Kenya	crâne incomplet avec face	‘	,	LA, Marseille
OH9	Tanzanie	calotte crânienne incomplète	*H. erectus/leakeyi*	‘	LA, Marseille
Salé	Maroc	calotte crânienne incomplète	*H. erectus*	‘	LA, Marseille
Saldanha (Hopefield)	Afrique du Sud	calotte crânienne incomplète	*H. sapiens /heidelbergensis*	‘	LA, Marseille
Bodo	Ethiopie	calotte crânienne et face incomplètes	‘	‘	LA, Marseille
ES 11693	Kenya	crâne incomplet avec face	‘	‘	LA, Marseille
Laetoli H 18	Tanzanie	calotte crânienne incomplète	‘	‘	LA, Marseille
Kabwe 1	Zambie (Broken Hill)	crâne avec face	‘	‘	LA, Marseille
Jebel Irhoud 1	Maroc	calotte crânienne incomplète	*H. sapiens*	‘	LA, Marseille
Jebel Irhoud 2	Maroc	calotte crânienne incomplète	‘	‘	LA, Marseille
Narmada 1	Inde	demi-calotte crânienne	*H. erectus/sapiens*	‘	LA, Marseille
Qafzeh 1	Palestine	calotte crânienne incomplète	*H. sapiens*	‘	LA, Marseille
Qafzeh 2	Palestine	frontal	‘	‘	LA, Marseille
Zuttiyeh	Palestine	frontal	‘	‘	LA, Marseille
Amud 1	Palestine	crâne	*H. neanderthalensis*	‘	LA, Marseille
Shanidar 5	Iraq	calotte crânienne incomplète	‘	‘	LA, Marseille
Krapina 3	Croatie	frontal	‘	‘	LA, Marseille
Chine n=3	Chine	crânes complets	*H. sapiens*	originaux	LABMH / IPH
Asie du Sud-Est n=10	Indonésie (Java, Bornéo), Philippines	crânes complets	‘	originaux	LABMH / IPH
Australie n=23	Australie, Tasmanie	crânes complets	‘	originaux	LABMH / IPH
Provenances diverses n=13	Europe, Afrique, Océanie	crânes complets	‘	originaux	LABMH / IPH

5. ANALYSE DE LA CALOTTE CRANIENNE COMPLETE

5.1. Définition des points repères

Les premiers jeux d'analyses proposés portent sur la calotte crânienne dont l'architecture complète est modélisée à partir de 27 points repères (Tableau 64 et Figure 150 p.321).

Tableau 64. Description des 27 points repères numérisés sur les calottes crâniennes

Numéro du point	Nom du point	Description
1	Nasion	Point triple à la rencontre des deux os nasaux et du frontal, sur le plan sagittal
2	Glabelle	Point le plus antérieur du fontal, sur le plan sagittal
3	Supraglabellaire	Point d'inflexion maximale du sulcus post-orbitaire, sur le plan sagittal
4	Bregma	Point triple à la rencontre des sutures coronale et sagittale, sur le plan sagittal
5	Lambda	Point triple à la rencontre des sutures sagittale et lambdoïde, sur le plan sagittal
6	Opisthocranion	Point de l'occipital marquant la longueur crânienne maximale (depuis la glabelle), sur le plan sagittal
7	Inion	Point de rencontre des lignes nucales supérieures, sur le plan sagittal
8 & 18	Frontomalaire orbital	Point le plus antérieur de la suture fronto-zygomatique (sur le bord orbitaire)
9 & 19	Frontomalaire temporal	Point le plus postérieur de la suture fronto-zygomatique
10 & 20	Frontotemporal	Point marquant la largeur frontale minimale, sur la ligne d'insertion du muscle temporal
11 & 21	Stephanion	Point d'intersection entre la ligne supérieure d'insertion du muscle temporal et de la suture coronale (supra-stephanion)
12 & 22	Auriculaire	Point d'inflexion maximale du bord du processus zygomatique du temporal (généralement au niveau du méat auditif)
13 & 23	Porion	Point situé sur le toit du méat auditif, à la verticale de l'ouverture de celui-ci
14 & 24	Mastoidal	Point marquant l'extrémité du processus mastoïdien
15 & 25	Asterion	Point triple à l'intersection des sutures pariéto-temporale et lambdoïde
16 & 26	Euryon	Point marquant la largeur crânienne maximale, sur le pariétal ou le temporal
17 & 27	Coronion	Point de la suture coronale marquant la largeur crânienne maximale à ce niveau

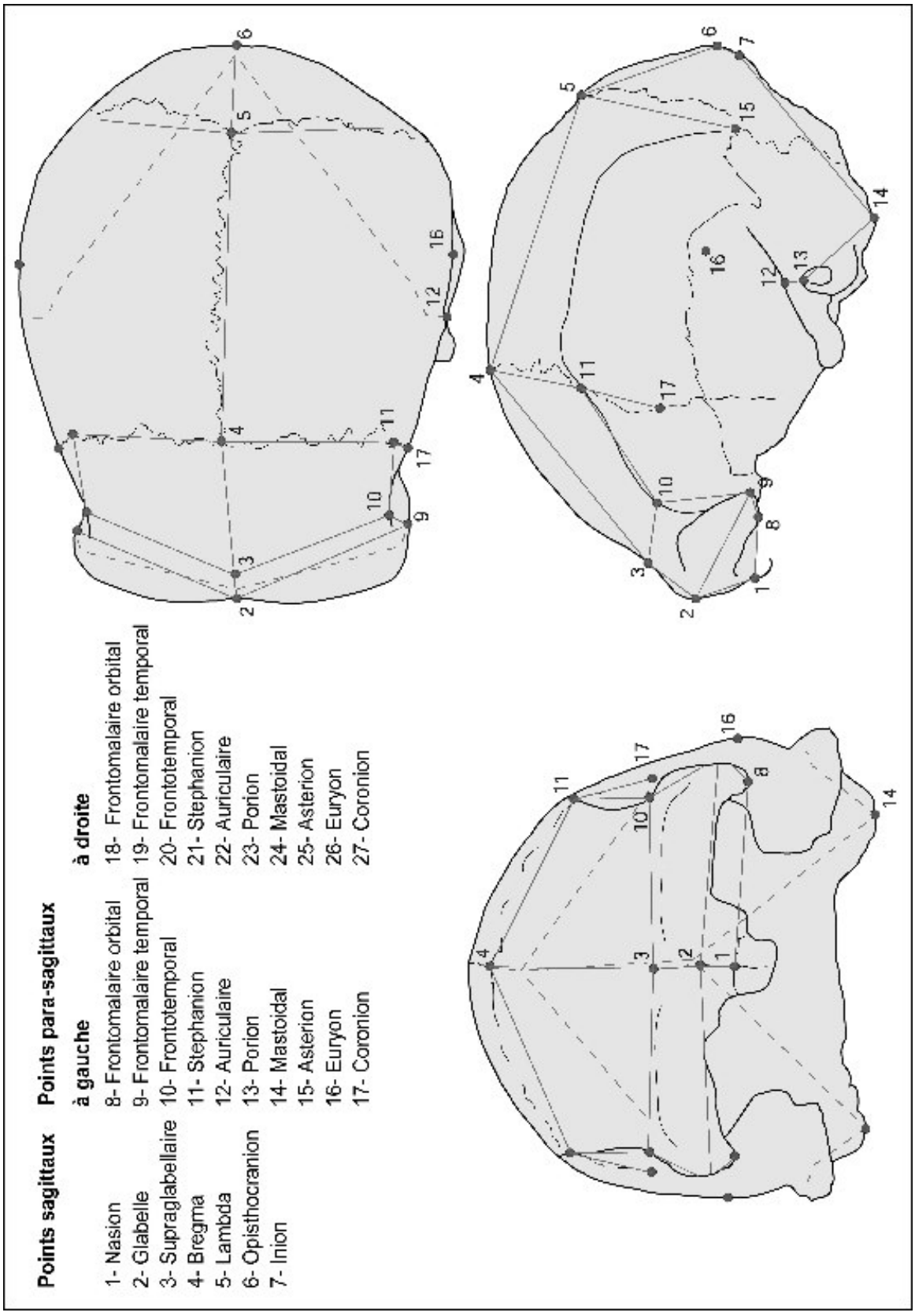


Figure 150. Définition et localisation des 27 points repères utilisés pour la modélisation de la calotte crânienne complète

5.2. Analyse en Composantes Principales

Pour cette superposition, seuls ont été conservés les spécimens complets ou pouvant être reconstruits selon la méthode présentée plus haut (§ 3.4 p.314 *Traitement des points manquants*). Cette analyse porte donc sur 84 individus, représentés chacun par une demi-calotte modélisée par 17 points repères en 3 dimensions.

La première composante de l'ACP exprime près de 50% de la variance totale (46,45%) et, dès la deuxième composante, on chute à moins de 10%. Le reste de la variance est réparti sur les composantes suivantes, un peu plus de 90% du total est exprimé par le cumul des 12 premières composantes (Tableau 65).

Tableau 65. Calottes crâniennes complètes : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les composantes de l'ACP effectuée sur les résidus issus de la superposition Procrustes

CP	Valeurs propres	Pourcentage de la variance totale	Pourcentage cumulé
1	0,00434009	46,4539	46,4539
2	0,00090598	9,6971	56,1509
3	0,00065896	7,0531	63,2041
4	0,00056887	6,0889	69,2929
5	0,00042725	4,573	73,866
6	0,00034205	3,6611	77,5271
7	0,00029785	3,188	80,715
8	0,00025938	2,7763	83,4913
9	0,00019362	2,0724	85,5637
10	0,00017421	1,8646	87,4284
11	0,00017037	1,8235	89,2519
12	0,00012434	1,3309	90,5827

La projection des individus sur le plan formé par les deux premières composantes présente des regroupements et des tendances morphométriques assez nets (Figure 151 p.324). Rappelons qu'il s'agit pour l'instant d'une ACP classique permettant d'explorer la variabilité morphométrique de l'ensemble de l'échantillon. Aucune séparation en groupes géographiques ou chronologiques constitués *a priori* n'est utilisée comme variable de l'analyse mais il est possible d'examiner la répartition des individus selon leurs conformations, en se référant à ces paramètres.

Ce premier plan sépare nettement l'ensemble des individus en deux groupes : le premier du côté des valeurs négatives de la première composante principale (CP1) présente une assez faible extension selon la CP2, tandis que le second groupe, du côté des valeurs positives de la CP1, est largement dispersé selon la CP2. Si l'on se réfère aux âges et/ou aux statuts taxinomiques les plus couramment admis pour les individus analysés (*cf.* tableaux p. 317 à 319), la première composante de conformation (CP1) distingue assez nettement les *Homo sapiens* fossiles et actuels (vers la droite de l'axe) des individus plus anciens attribués, selon les cas, à *H. habilis*, *H. ergaster*, *H. erectus* et *H. heidelbergensis* (vers la gauche de l'axe). Pour plus de simplicité, nous utiliserons parfois dans la suite de ce travail l'expression générale « individus à affinités *erectus* », généralement opposés ou comparés aux « individus à affinités *sapiens* » ; sans préjuger d'une appartenance taxinomique que nous envisagerons dans les conclusions.

Déformations associées aux composantes principales 1 et 2

Les changements de conformations associés à la première composante principale correspondent dans l'ensemble à un allongement et un aplatissement plus ou moins prononcé de la calotte, dans les trois dimensions (Figure 152 p.325). Les calottes à affinités *erectus*, vers les valeurs négatives de l'axe, sont globalement plus basses et allongées que l'individu consensus. En vue latérale, l'os frontal est fuyant et plus long relativement aux pariétaux plus courts. Les proportions du complexe supra-orbitaire sont nettement plus importantes que celles de l'écaille frontale : en vue latérale, l'écaille est nettement raccourcie (depuis le supra-glabellaire et le point de largeur frontale minimale jusqu'au bregma), en vues supérieure et frontale, le complexe supra-orbitaire est nettement plus large que l'écaille. L'os occipital est également basculé vers l'avant aux dépens des pariétaux : le lambda est plus en avant, l'opisthocrânion et l'inion sont plus haut placés et la mastoïde est relativement plus haute et reculée. L'opisthocrânion et l'inion tendent à se rejoindre : l'occipital est pincé et l'angle entre le plan occipital et le plan nucal est fermé. Enfin, les largeurs maximales (à la suture coronale et dans la zone pariéto-temporale) sont situées en position très basse. Dans le sens des valeurs positives de cette composante, les changements de conformation sont inverses : les calottes sont globalement hautes, raccourcies et élargies. Les pariétaux sont plus étendus par rapport au frontal et à l'occipital. L'écaille frontale est redressée et le complexe supra-orbitaire raccourci et verticalisé. L'os occipital s'ouvre, l'opisthocrânion et l'inion se séparent nettement, l'angle occipital est largement ouvert. Les largeurs crâniennes maximales sont en position haute.

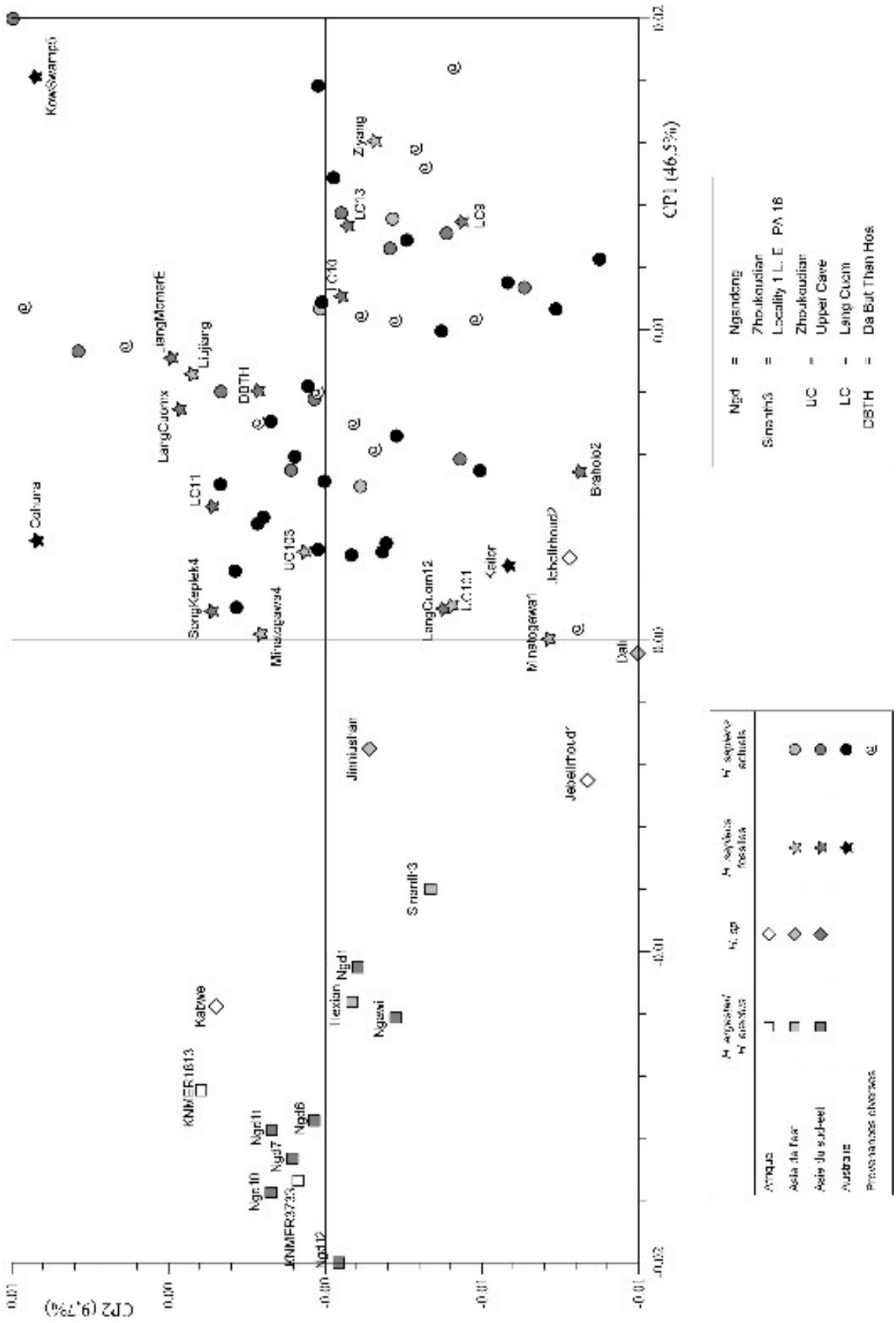


Figure 151. Calottes crâniennes complètes : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes

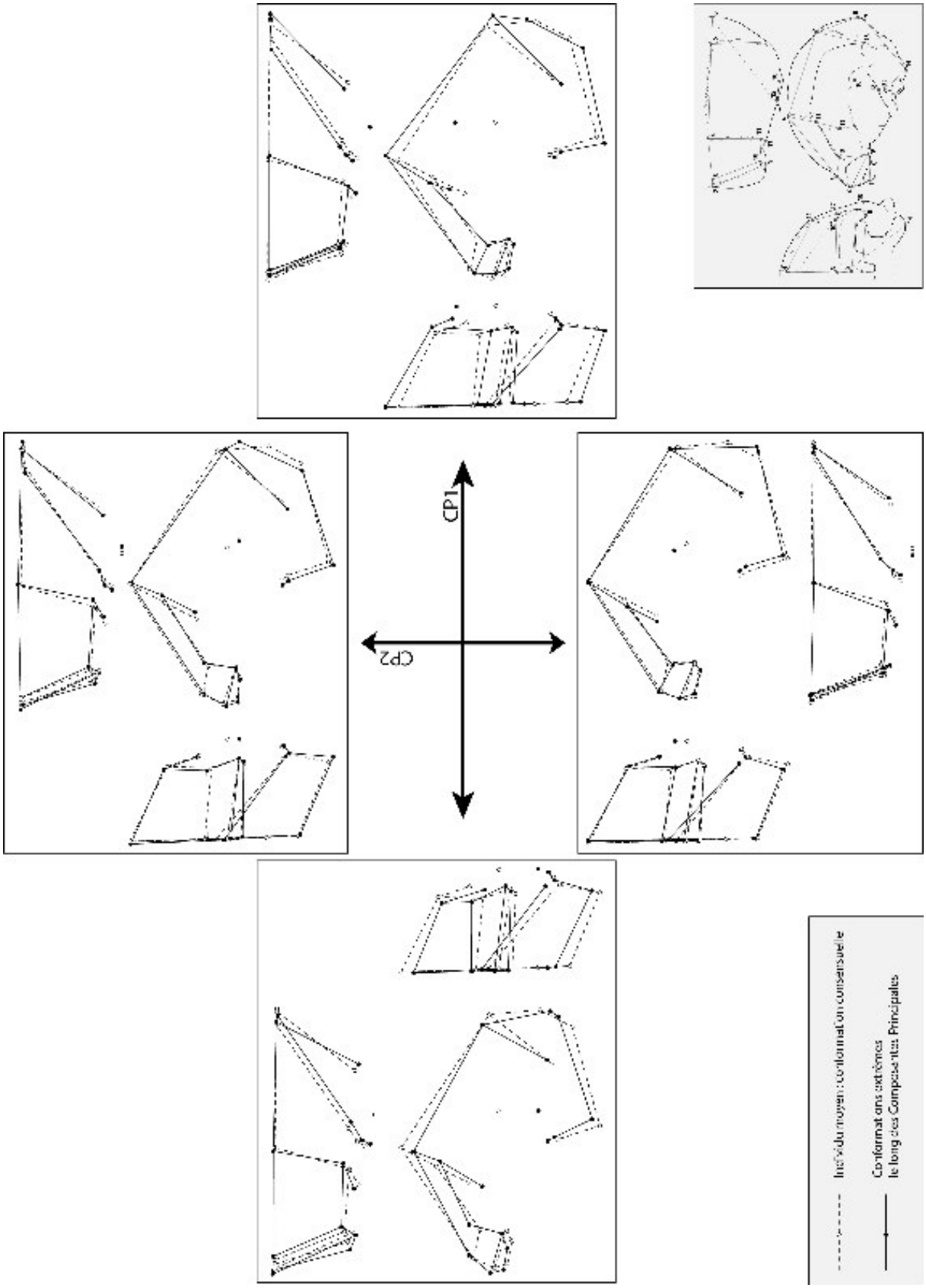


Figure 152. Calottes crâniennes complètes : déformations de la calotte associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes (points noirs reliés par des traits pleins ; la conformation de l'individu consensus de l'ensemble de l'échantillon est rappelée à chaque fois : cercles reliés par des traits en pointillés)

Les déformations associées à la deuxième composante principale (CP2 : Figure 152) sont plus subtiles. Les individus projetés en position haute sur cet axe présentent un os frontal allongé avec un complexe supra-orbitaire relativement important, et un os occipital largement ouvert (l'opisthocrânion et l'inion se séparent nettement). L'euryon est en position légèrement plus basse et reculée que chez l'individu moyen. Vers les valeurs négatives de la CP2, l'os occipital conserve une conformation nettement pincée au niveau opisthocrânion-inion tandis que les proportions de l'os frontal se modifient : l'écaille se redresse et s'élargit alors que le complexe supra-orbitaire se réduit et se verticalise.

Position des individus sur le plan CP1/CP2

Avant d'analyser plus en détail les différences de conformations entre les *Homo sapiens* et les hominidés plus anciens, la position des individus sur ce premier plan indique une orientation du nuage de points situé sur la gauche de la CP1. Les spécimens présentant les conformations négatives les plus prononcées sont du côté des valeurs positives de la CP2, puis les individus « descendent » le long de cette composante en même temps qu'ils se rapprochent du zero de la CP1. Très grossièrement, on remarque que les individus africains et chinois les plus récents de ce sous-ensemble (Jebel Irhoud 1 & 2, Jinniushan, Dali) sont situés à l'extrémité de ce nuage (au centre et en bas du plan CP1/CP2) à proximité d'*Homo sapiens* actuels et fossiles. Le crâne de Kabwe est une exception à cette tendance, celui-ci est en effet très proche de l'*Homo habilis* KNM-ER 1813 : leurs conformations sont donc très proches selon ce plan (leurs formes, visuellement dissemblables, semblent surtout affectées par une forte différence de taille).

La structure du nuage *Homo sapiens* est plus homogène sur ce plan, même si les *Homo sapiens* fossiles semblent situés plutôt à la périphérie du nuage de points. La position des spécimens australiens Cohuna et Kow Swamp 5, utilisés comme arguments de continuité multirégionale en Indonésie-Australie, est ici très intéressante. Ceux-ci sont très loin des individus de Ngandong-Ngawi mais surtout en position très haute selon la CP2. Si l'on se réfère aux déformations associées à cet axe et précédemment décrites, l'hypothèse de crânes déformés artificiellement (déformations culturelles/ « rituelles » : Kennedy, 1984 ; Brown, 1992 ; Lahr, 1996 ; Anton & Weinstein, 1999 ; Détroit, 2000) semble bien plus probable que celle d'un lien phylogénétique direct avec les hominidés indonésiens de Ngandong-Ngawi. L'association d'un os frontal fuyant avec une forte constriction post-orbitaire (en arrière d'un

complexe supra-orbitaire développé vers l'avant) et d'un os occipital avec un plan nucal très étendu, formant un angle assez important avec une écaille occipitale réduite (au niveau d'un opisthocrânion haut situé) semble cohérent avec des compressions prolongées, appliquées en ces deux endroits pendant la croissance des individus.

5.3. Discrimination des *Homo sapiens* des hominidés plus anciens

Une fonction discriminante linéaire a été calculée à partir des dix premières composantes de l'ACP pour séparer au mieux les *Homo sapiens* des individus à affinités *erectus*. Tous les individus de l'analyse ont été inclus pour le calcul, à l'exception des individus « intermédiaires » d'après l'ACP et/ou dont l'attribution taxinomique et le statut phylogénétique sont les plus débattus. Il s'agit des spécimens africains de Kabwe et Jebel Irhoud 1 et 2 et des spécimens chinois Dali et Jinniushan. Leur position sur l'axe discriminant a été calculée *a posteriori*.

Pour le calcul de la fonction discriminante, 68 individus ont été attribués à *Homo sapiens* (actuels et fossiles) par opposition aux hominidés plus anciens (n=11 : Ngandong 1, 6, 7, 10, 11, 12, Ngawi, Hexian, Sinanthrope 3, KNM-ER 1813 et 3733). La fonction discriminante (*cf*. Tableau 66 pour les contributions des CP et les coefficients) permet d'assigner la totalité des individus à leur catégorie exacte de départ.

Tableau 66. Contribution des dix composantes principales à la fonction discriminante « affinités *erectus* »/ « affinités sapiens » et coefficients pour cette fonction

Variables	Contributions (pourcentages)	Coefficients de la fonction discriminante
CP1	78,8	2832,612
CP2	0,1	-133,380
CP3	3,5	-1451,162
CP4	7,9	2361,539
CP5	0,9	-804,808
CP6	7,9	-3061,508
CP7	-0,1	563,337
CP8	0,0	-92,809
CP9	0,9	1512,457
CP10	0,0	-20,981

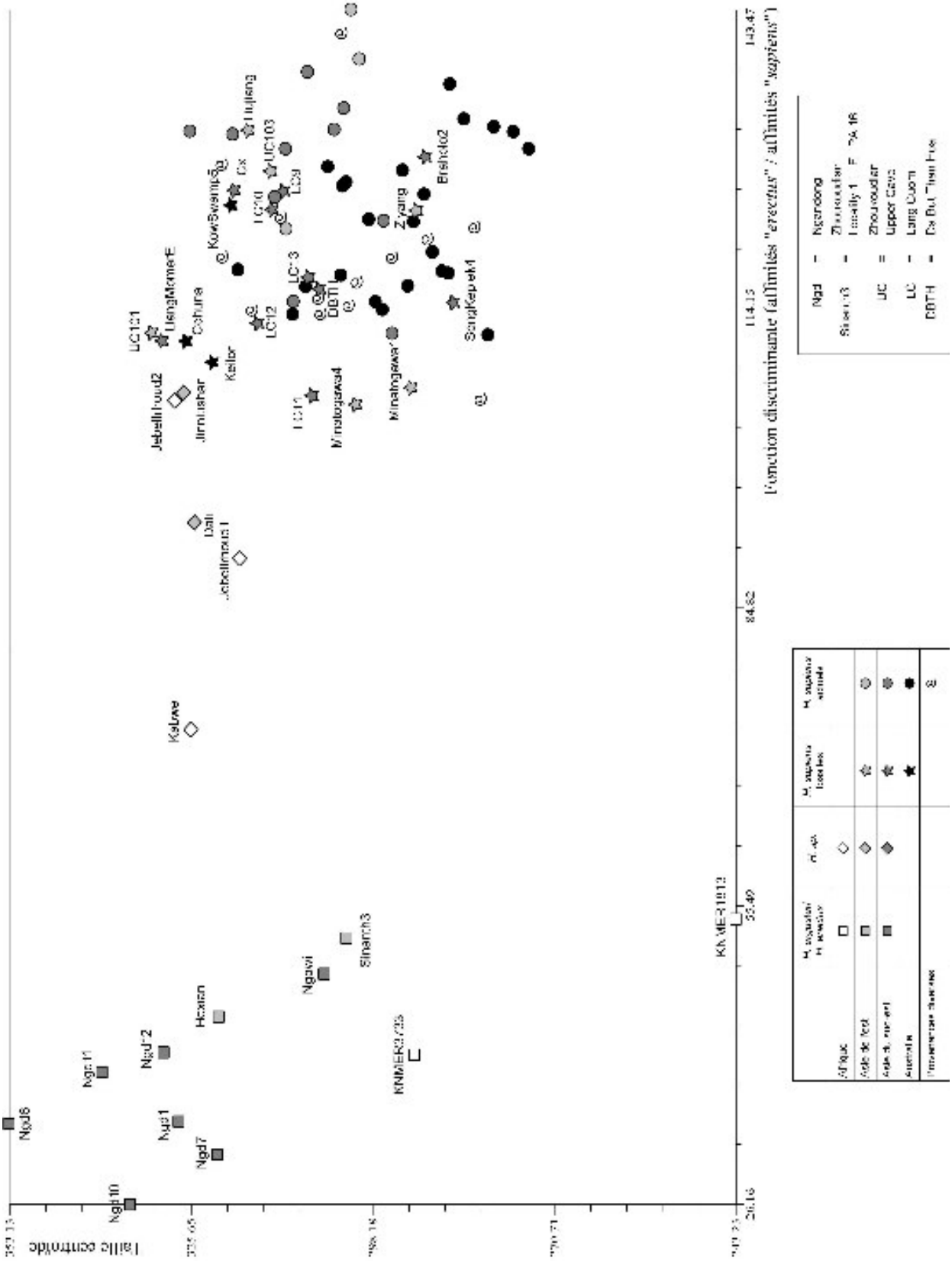


Figure 153. Projection des individus sur le plan défini par la fonction discriminante (« affinités *erectus* »/ « affinités *sapiens* ») et la taille centroïde. Les positions des individus Kabwe, Jebel Irhoud 1 & 2, Dali et Jinniushan sur l'axe discriminant ont été recalculées après l'analyse ; la taille centroïde est, pour chaque spécimen, la racine carrée de la somme des carrés des écarts entre le centroïde (centre de gravité) et chaque point repère.

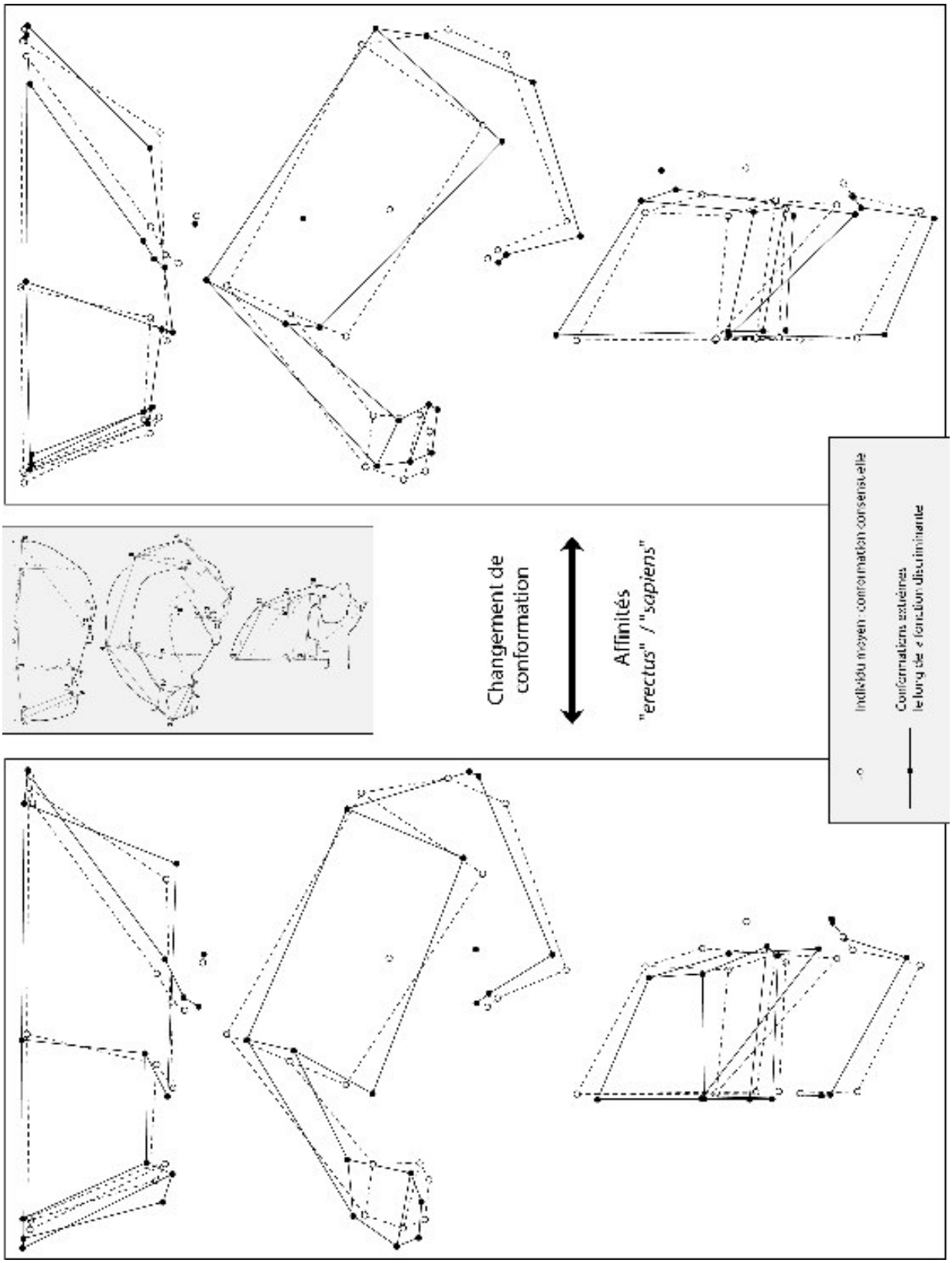


Figure 154. Changements de conformations extrêmes (points noirs et traits pleins) par rapport à l'individu consensus (cercles et traits en pointillés) associés à la fonction discriminante

L'application du test Lambda de Wilk (Lambda de Wilk = 0,09112 ; F = 67,830 ; ddl = 10 et 68 ; P < 0,00001), comparé à 10 000 ré-échantillonnages aléatoires, confirme que cette discrimination est hautement significative. Pour ce test, les individus sont attribués au hasard à l'un des deux groupes et une fonction discriminante est calculée sur cette répartition, à chaque ré-échantillonnage ; si la différence entre les 2 groupes est réelle, la statistique Lambda de Wilk originale (de l'attribution « *erectus* »/ « *sapiens* » de départ) doit être inférieure à celles des 10 000 répétitions aléatoires (ici à un niveau hautement significatif, P = 0,00010).

Malgré des effectifs réduits pour les hominidés fossiles anciens, la projection des individus sur le plan défini par la fonction discriminante « *erectus* »/ « *sapiens* » et la taille centroïde (Figure 153 p.328) présente des tendances morphométriques et des regroupements de spécimens assez nets. Sur ce plan, les deux sous-ensembles sont très nettement séparés selon la fonction discriminante mais ils se recouvrent assez largement selon la taille. La taille centroïde de la calotte crânienne est obtenue par la racine carrée de la somme des carrés des écarts entre le centre de gravité (centroïde) et chaque point repère. On peut aisément se rendre compte ici que cette taille rend compte de plusieurs paramètres simultanément : d'une part le développement du volume cérébral, d'autre part le développement des superstructures osseuses de la calotte crânienne. Ainsi, le spécimen kenyan KNM-ER 1813 possédant une faible capacité crânienne (à peine plus de 500 cm^3 : Grimaud-Hervé, *comm. pers.*) et une assez faible robustesse générale présente la plus faible taille centroïde. A l'opposé les plus grandes calottes, celles de Ngandong, et tout particulièrement Ngandong 6, présentent des capacités cérébrales assez élevées (entre 1000 et 1300 cm3 environ : Grimaud-Hervé, *ibid*) et des superstructures crâniennes hyper-développées (très forts torus supra-orbitaire, angulaire et occipital). Les *Homo sapiens* fossiles et actuels se situent dans ce domaine de variabilité mais le développement des structures osseuses étant réduit, la taille centroïde est plus directement liée au volume cérébral. Pour la suite de cette analyse et les suivantes, il faut donc rester prudent quant l'interprétation des fluctuations de la taille centroïde et garder à l'esprit que cette variable n'est pas corrélée uniquement avec le développement relatif du cerveau.

Selon l'axe discriminant, les individus de Ngandong sont les plus éloignés des *Homo sapiens*, toutefois, Ngawi s'en rapproche légèrement. Les changements de conformation associés à l'axe discriminant (Figure 154 p.329) sont très proches de ceux que nous avons décrits précédemment pour la première composante de l'ACP. La contribution de cette

composante est, de très loin, la plus importante pour la discrimination des deux groupes (Tableau 66 p.327).

Les différences de conformation entre les *Homo sapiens* et les hominidés plus anciens sont cependant plus précisément décrites (Figure 154), surtout grâce aux contributions des composantes principales 3, 4 et 6. Vers les valeurs les plus faibles de l'axe discriminant, les calottes crâniennes sont basses et présentent des superstructures fortement développées mais les proportions relatives entre parties antérieure et postérieure de la calotte sont mieux mises en évidence que précédemment. Chez les hominidés les plus anciens, le crâne est étroit en arrière du torus supra-orbitaire (frontal et avant des pariétaux) puis il s'élargit fortement vers l'arrière et le bas (régions auriculaire, astérionique et mastoïdienne). En revanche, les *Homo sapiens* présentent une calotte crânienne nettement plus haute et uniformément large d'avant en arrière et de haut en bas (voir vues supérieure et frontale de la Figure 154) : l'écaille frontale est généralement plus large que le complexe supra-orbitaire, les largeurs maximales (le long de la suture coronale et au niveau pariéto-temporal) sont haut placées et la partie basse de la calotte est proportionnellement moins large (régions auriculaire, astérionique et mastoïdienne).

On peut remarquer que la répartition des individus au sein du nuage *Homo sapiens* suit globalement une tendance chronologique : les *Homo sapiens* les plus anciens sont pour la plupart situés en haut et à gauche du nuage (calottes de grande taille et de conformation plus « archaïque ») tandis que la partie basse et droite (petite taille et conformation « moderne ») est occupée principalement par des spécimens actuels. Trois individus fossiles dont les calottes crâniennes sont particulièrement arrondies, courtes et larges (Ziyang, Song Keplek 4 et Braholo 2) sont également projetés dans cette partie « moderne » du plan.

Les cinq individus classés *a posteriori* (Kabwe, Jebel Irhoud 1 & 2, Dali, Jinniushan) sont projetés en position intermédiaire entre les deux sous-ensembles pré-définis (Figure 153 p.328). Cependant, Kabwe est classé dans le premier groupe (affinités « *erectus* ») tandis que les quatre autres fossiles sont classés dans le second sous-ensemble (« *Homo sapiens* »). A des tailles centroïdes sensiblement équivalentes, on peut suivre, pour les spécimens africains, une progression vers des conformations plus modernes de Kabwe à Jebel Irhoud 2, en passant par Jebel Irhoud 1. Mais il est particulièrement intéressant de remarquer que l'on retrouve la même tendance pour les fossiles chinois depuis les *Homo erectus* Hexian et Sinanthrope 3 (ce dernier présente toutefois une taille centroïde plus réduite) jusqu'à Jinniushan, en passant par Dali. Cependant, il n'y a pas d'équivalent de Kabwe (en termes de conformation/taille) parmi les fossiles chinois.

Pour chacune des deux régions (Afrique et Asie de l'Est), on trouve un spécimen très proche des *Homo sapiens* anatomiquement modernes (Jebel Irhoud 2 et Jinniushan) et un individu dont la conformation pourrait être qualifiée de *Homo sapiens* « archaïque » (Jebel Irhoud 1 et Dali). En revanche, les fossiles d'Asie du Sud-Est ne présentent pas cette succession, les individus les plus récents (série de Ngandong) s'éloignant des conformations modernes (*Homo sapiens*).

6. ANALYSES DE PORTIONS LIMITEES DE LA CALOTTE CRANIENNE

Ces analyses Procrustes de portions anatomiques plus limitées poursuivent deux buts complémentaires. D'une part l'étude précise de l'évolution des conformations de ces parties crâniennes (frontal indépendamment du reste de la calotte, par exemple) et d'autre part l'analyse d'un plus grand nombre de spécimens fossiles.

6.1. Partie antérieure de la calotte : analyse de l'os frontal

Cette analyse est limitée à l'os frontal, modélisé au moyen de neuf points repères en trois dimensions (Figure 155).

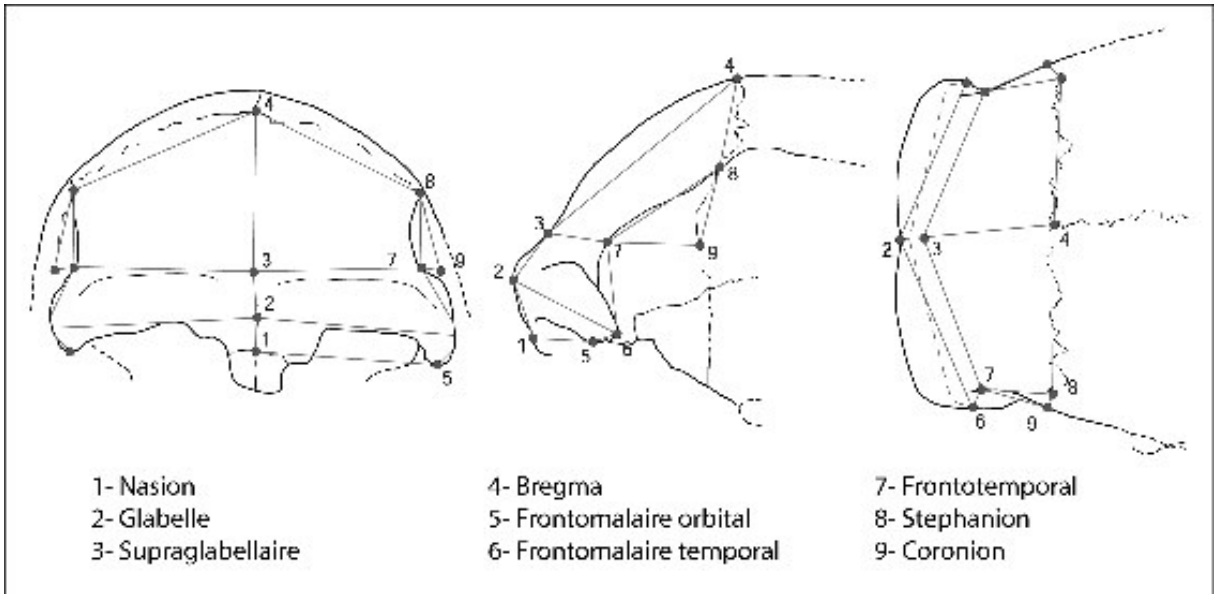


Figure 155. Localisation des points repères retenus pour l'analyse Procrustes du frontal

6.1.1. Analyse en Composantes Principales

Un nombre d'individus nettement plus important que dans l'analyse de la calotte entière sont suffisamment complets pour être retenus dans cette analyse (n=104). En particulier, les *Homo erectus/H. ergaster* et les *Homo sp.* (*H. erectus* « tardifs » / *H. heidelbergensis* / *H. sapiens* « archaïques ») sont beaucoup mieux représentés. L'analyse comprend également trois Néandertaliens « classiques » : Amud 1, Shanidar 5 et Krapina 3. Ceci permet notamment d'appréhender la relation éventuelle entre différence de conformation et différence de morphologie, au niveau des associations de caractères (développement des arcades supra-orbitaires, contour du torus supra-orbitaire et relations torus/ écaille frontale…).

Tableau 67. Analyse de l'os frontal : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les 5 premières composantes de l'ACP effectuée sur les résidus issus de la superposition Procrustes

CP	Valeurs propres	Pourcentage de la variance totale	Pourcentage de la variance (cumul)
1	0,00426496	39,5373	39,5373
2	0,00205284	19,0303	58,5675
3	0,00121093	11,2256	69,7931
4	0,00069141	6,4096	76,2027
5	0,00048345	4,4817	80,6844

L'ACP seule ne fait pas ressortir de tendances claires concernant les affinités taxinomiques des individus et les variations de conformation associées sur les premières composantes. La variance totale est fortement répartie sur celles-ci : la première composante exprime 39% et le cumul des cinq premières composantes n'atteint que 80% du total (Tableau 67).

La projection des individus sur le premier plan (CP1/CP2), exprimant un peu plus de 58% de la variance totale, présente peu de regroupements distincts (Figure 156 p.334). Au sein de ce nuage, on constate tout de même que les hominidés les plus anciens sont préférentiellement projetés sur la gauche du plan alors que les *Homo sapiens* fossiles et actuels se trouvent plutôt dans la moitié droite. La deuxième composante structure assez peu le

nuage de points, à l'exception d'un petit groupe (en haut et à gauche du plan) constitué de KNM-ER 3733, Sangiran Sk IX, Hexian, Nanjing, les Sinanthropes 2 & 3, Kow Swamp 1, Cohuna et un *Homo sapiens* actuel. Ce dernier individu, provenant de Nouvelle-Calédonie, présente un os frontal particulièrement étroit et fuyant avec une insertion des muscles temporaux (lignes temporales) située très haut et assez proche du plan sagittal. La morphologie particulière de ce crâne pourrait être due à des déformations (intentionnelles ou pathologiques) bien que cela ne soit pas consigné dans les registres des collections (Collections du Laboratoire d'Anthropologie Biologique, Musée de l'Homme, MNHN).

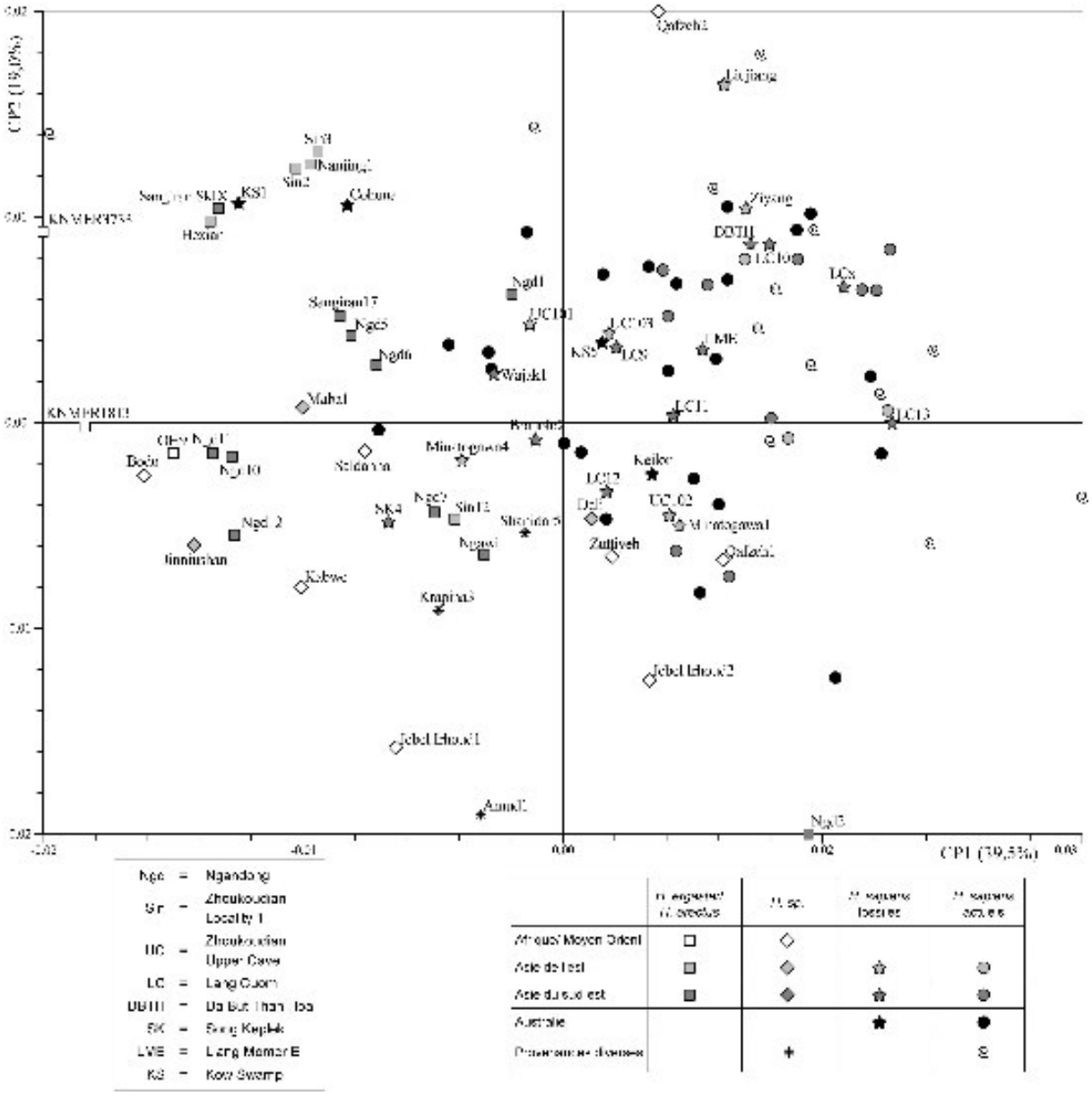


Figure 156. Partie antérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes

Les différences de conformation associées à la première composante principale (Figure 157) sont surtout marquées au niveau de la position relative des points marquant la largeur frontale minimale (fronto-temporal : rétrécissement rétro-orbitaire) et la largeur frontale maximale le long de la suture coronale (coronion). Les individus se trouvant du côté des valeurs positives de l'axe présentent une écaille frontale plus développée par rapport au complexe supra-orbitaire : ce dernier peut-être plus ou moins robuste mais il se développe nettement plus verticalement que chez les individus situés sur la gauche de l'axe.

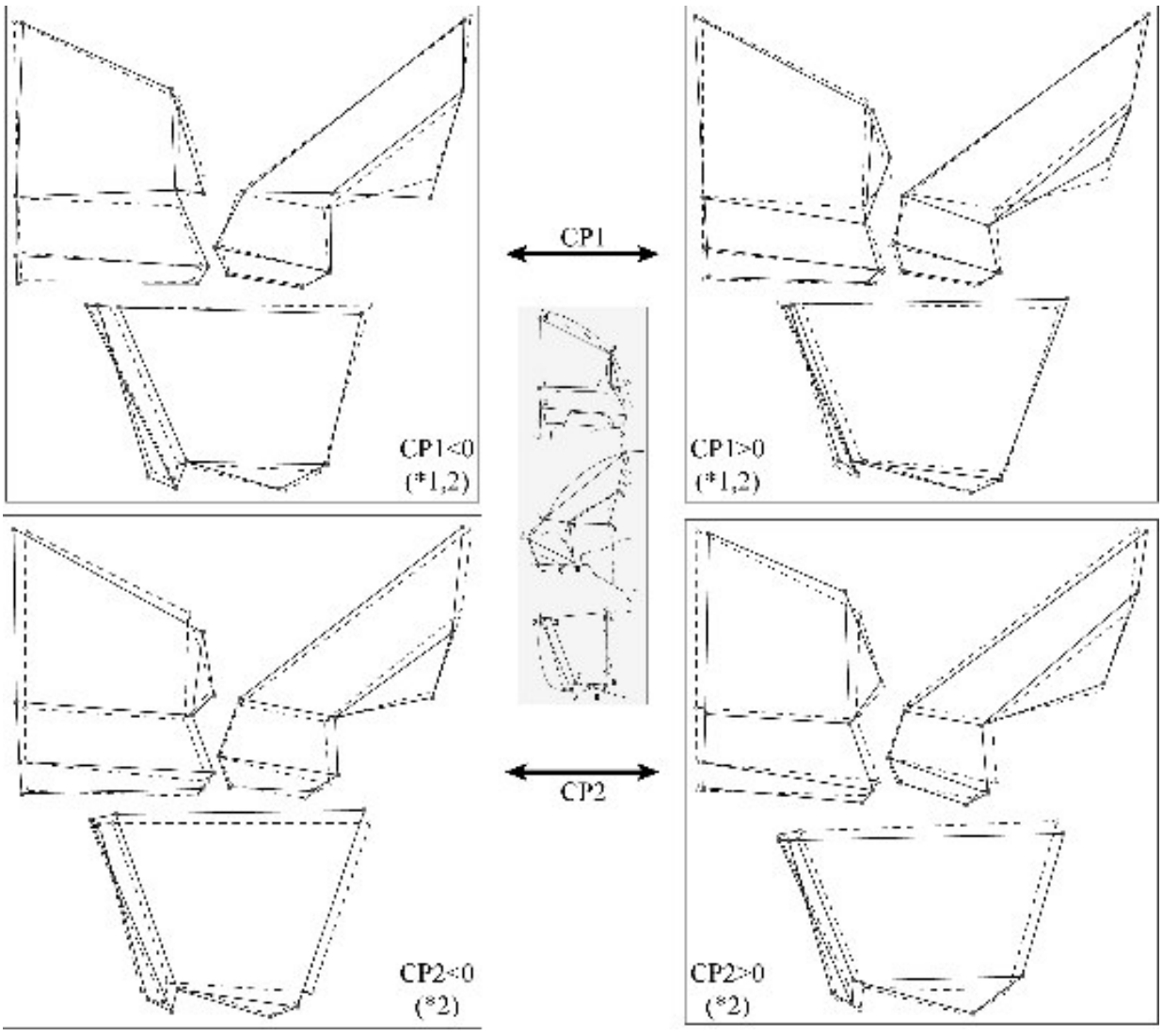


Figure 157. Partie antérieure de la calotte crânienne : déformations du frontal associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes (points noirs reliés par des traits pleins ; la conformation de l'individu consensus de l'ensemble de l'échantillon est rappelée à chaque fois : cercles reliés par des traits en pointillés)

Le développement du complexe supra-orbitaire est limité vers l'avant et surtout vers l'arrière : le point fronto-temporal est situé nettement plus bas et en avant, quelle que soit l'amplitude de la constriction post-orbitaire. La position haute et antérieure du point supra-glabellaire indique également une tendance à la verticalisation de l'écaille au dessus et en arrière du complexe supra-orbitaire. Enfin, le contour coronal de l'écaille frontale est plus arrondi : le fronto-temporal est situé plus à l'extérieur mais surtout beaucoup plus haut, à proximité du supra-stéphanion.

La deuxième composante exprime essentiellement les différences de proportions du contour général du frontal en vue supérieure (Figure 157). Les individus situés vers les valeurs positives de cet axe présentent un frontal (« demi-frontal ») étroit et long, dont le contour supérieur s'inscrit dans un rectangle ; tandis qu'à l'opposé, se trouvent les individus dont le frontal est large et court (le contour supérieur du demi-frontal s'inscrit dans un carré).

La combinaison deux à deux des variations de conformation associées à ces composantes et aux suivantes est peu informative d'un point de vue taxinomique et phylogénétique. D'une part, des déformations non-informatives telles que des décalages le long du plan sagittal s'expriment, et d'autre part les différences de conformation sont très dispersées sur les composantes principales. Peu de co-variations de la position des points phylogénétiquement et/ ou taxinomiquement significatives sont retrouvées sur les composantes principales examinées, hormis la CP1, dans une certaine mesure.

Dans un second temps, il semble judicieux d'explorer plus précisément les variations de conformation de l'os frontal en fonction des groupes taxinomiques précédemment reconnus. A ce stade de l'analyse, deux hypothèses peuvent en effet être formulées :

i. des différences significatives sont masquées au sein d'une forte variance des conformations pour l'ensemble de l'échantillon,
ii. l'évolution de la conformation du frontal s'effectue en mosaïque et l'analyse des points sélectionnés ne permet pas de retrouver les tendances phylogénétiques clairement mises en évidence à partir des calottes crâniennes complètes.

6.1.2. Analyse canonique (*Canonical Variate Analysis, CVA*)

Une analyse discriminante multiple (ou analyse des variables canoniques, *CVA*) a été effectuée sur les neuf premières composantes principales extraites de l'ACP précédente (totalisant plus de 90% de la variance totale).

Grâce aux effectifs assez importants, trois classes taxinomiques (au sens large) peuvent être considérées comme base de cette analyse discriminante (Tableau 68). Quelques spécimens n'ont été inclus dans aucun groupe pour le calcul des variables canoniques. Il s'agit des trois Néandertaliens (Amud 1, Shanidar 5, Krapina 3) ne pouvant être objectivement attribués *a priori* à aucune de ces classes, et du frontal juvénile Ngandong 2 (il n'est pas représentatif de la conformation de son groupe composé uniquement d'adultes).

Tableau 68. Détail des groupes de spécimens utilisés dans l'Analyse des variables canoniques du frontal

Groupe	Appellation du groupe	Effectif du groupe	Composition du groupe
1	Individus à « affinités *erectus* »	18	Sangiran 17, SkIX ; Ngandong 1, 5, 6, 7, 10, 11, 12 ; Ngawi ; Hexian ; Nanjing 1 ; Sinanthrope 2, 3, 12 ; KNM-ER 1813, 3733 ; OH9
2	Individus intermédiaires « *H. sapiens* archaïques »	11	Dali ; Jinniushan ; Maba 1 ; Kabwe 1 ; Bodo 1 ; Saldanha ; Jebel Irhoud 1, 2 ; Qafzeh 1, 2 ; Zuttiyeh
3	*Homo sapiens* anatomiquement modernes (fossiles et actuels)	71	4 fossiles australiens, 11 fossiles d'Asie du SE, 7 fossiles d'Asie de l'E; 47 spécimens sub-actuels

Les trois matrices de variance-covariance obtenues pour les trois groupes sont homogènes ($X^2 = 139{,}4788$; ddl = 90 ; p = 0,0006). Deux variables canoniques ont été extraites, la première (CV1) compte pour 86,78% de la distinction entre les trois groupes (distinction des 3 moyennes) et la seconde (CV2) pour un peu plus de 13%. Les différences entre les moyennes des trois groupes sont hautement significatives (Lambda de Wilk = 0,26459731 ; F = 9,336 ; ddl = 18 et 178 ; $p < 0{,}00001$).

Cependant, la classification *a posteriori* des spécimens donne plusieurs attributions différentes du classement original. La projection des individus sur le plan formé par les deux variables canoniques montre une assez forte dispersion des trois nuages originaux et indique la position des fossiles mal classés (Figure 158 p.338). Les conformations moyennes des frontaux de chaque groupe sont comparées dans la Figure 159 (p.340).

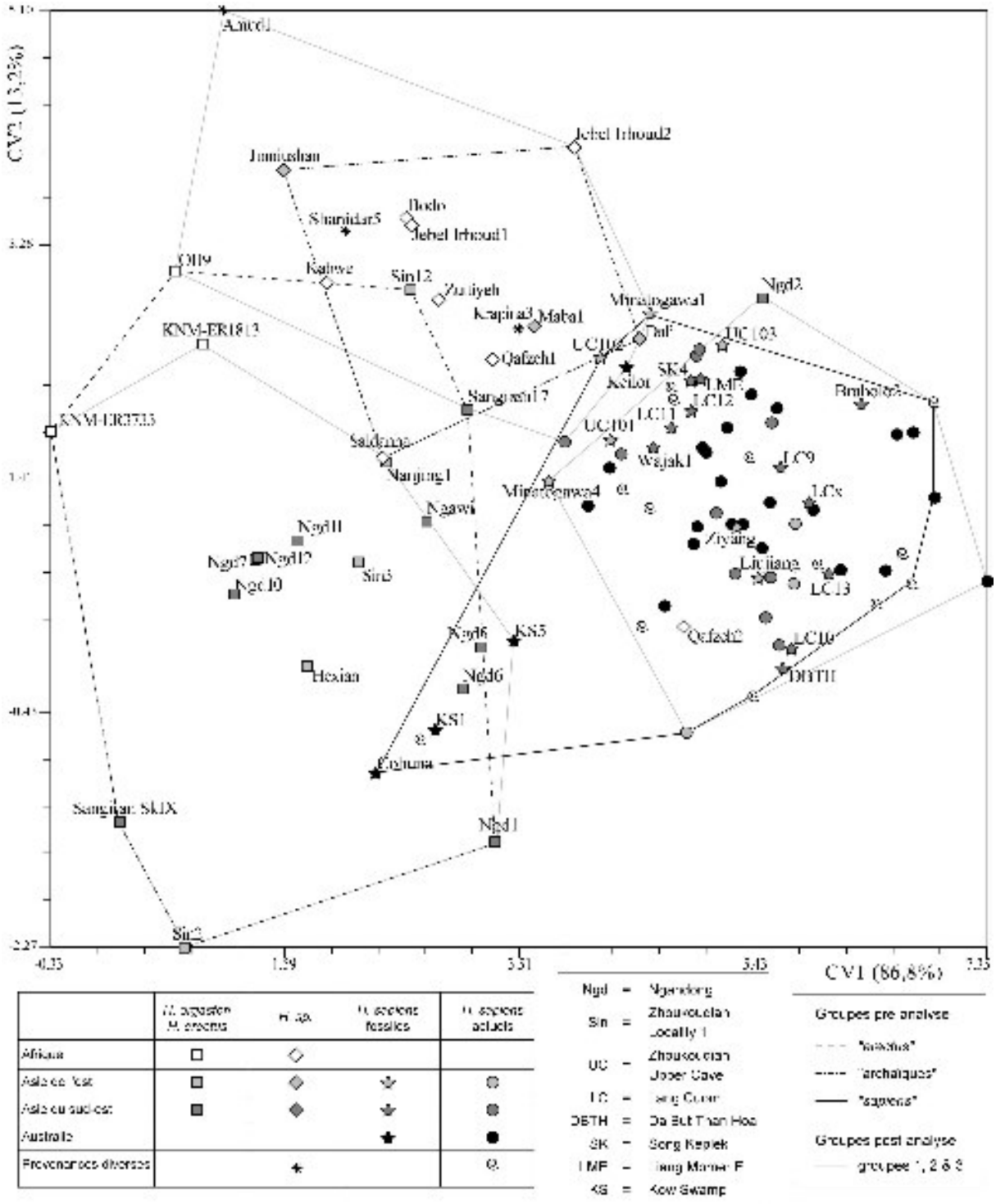


Figure 158. Partie antérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les variables canoniques 1 et 2 de la *CVA* effectuée sur les 9 premières composantes de conformation de l'ACP. L'ensemble des individus complets sont projetés, y compris Ngd2 et les 3 Néandertaliens.

Pour les individus à « affinités *erectus* », quinze sont attribués à leur groupe et trois aux *Homo sapiens* archaïques (Sangiran 17, Sinanthrope 12 et OH9). Pour les *Homo sapiens* archaïques, neuf spécimens sont bien attribués à ce groupe mais Kabwe 1 est classé avec les

individus à affinités *H. erectus* tandis que Qafzeh 2 est très nettement placé parmi les *Homo sapiens* anatomiquement modernes. Enfin, pour les *Homo sapiens* anatomiquement modernes huit individus sont mal classés. Comme nous pouvions l'attendre après les premières observations de l'ACP, on retrouve parmi ceux-ci les trois fossiles australiens Kow Swamp 1, Kow Swamp 5 et Cohuna, ainsi que le crâne sub-actuel de Nouvelle-Calédonie déjà évoqué dans la partie précédente. Ces quatre spécimens sont attribués au groupe à affinités *H. erectus* et sont projetés à proximité de Ngandong 1, 5 et 6, dans la partie basse du plan canonique. La forte ressemblance entre certains fossiles de Ngandong et ces *Homo sapiens* australiens du Pléistocène supérieur au niveau de la conformation de l'os frontal est ici pleinement confirmée. Cependant, cette information doit être analysée de façon critique, au regard de l'ensemble des résultats de l'analyse.

Parmi les autres *Homo sapiens* anatomiquement modernes mal classés et attribués au sous-ensemble des *H. sapiens* archaïques se trouve Keilor, le quatrième fossile australien daté du Pléistocène supérieur inclus dans l'analyse. Celui-ci est projeté sur le plan canonique à proximité de deux autres *Homo sapiens* fossiles mal classés de la même période chronologique provenant d'Asie de l'Est (Zhoukoudian Upper Cave 102 et Minatogawa 1), non loin sur le plan de Dali, Maba 1 ou encore Qafzeh 1. Tous ces individus se trouvent à l'extrémité « moderne » du groupe des *H. sapiens* archaïques, tout contre le groupe anatomiquement moderne et plus particulièrement dans une aire où se situe la plupart des *Homo sapiens* anatomiquement modernes fossiles de l'analyse. Ce dernier point confirme que les *Homo sapiens* du Pléistocène supérieur d'Asie de l'Est et du Sud-Est sont encore différents, pour la plupart, des hommes occupant actuellement ces régions. Par exemple, les trois fossiles de Zhoukoudian (Upper Cave) sont éloignés sur ce plan des individus chinois sub-actuels inclus dans l'analyse, en revanche Liujiang ne s'en distingue pas. Il faut également noter que UC102, dont le frontal présente vraisemblablement des déformations artificielles, est classé ici dans le groupe *H. sapiens* archaïque loin des autres crânes déformés. Cette observation est cohérente avec une déformation moindre et d'aspect totalement différent, rapportée à l'utilisation d'un bandeau pour le portage de charges lourdes dans le dos (Kamminga, 1992).

Concernant les fossiles d'Afrique et du Moyen-Orient, on peut voir sur ce plan une progression des conformations vers le groupe anatomiquement moderne suivant globalement la chronologie : depuis les plus anciens (KNM-ER 1813, 3733 et OH9) jusqu'aux individus de Qafzeh, par l'intermédiaire de Kabwe 1, Bodo 1 et Jebel Irhoud 1 puis Zuttiyeh. Les spécimens de Dali et Maba semblent également indiquer la même tendance au sein du

registre fossile chinois, même si les trois Sinanthropes et Jinniushan occupent des positions peu claires dans cette éventuelle succession.

Pour conclure sur les affinités de conformations partagées par les frontaux de Kow Swamp 1, Kow Swamp 5 et Cohuna avec certains spécimens de Ngandong, il nous semble encore une fois moins pertinent de les rapporter à un lien d'ancêtres à descendants qu'à des déformations crâniennes.

Deux arguments tirés de cette analyse fine des conformations de l'os frontal viennent appuyer cette hypothèse :

i. un crâne actuel de Nouvelle-Calédonie présente la même conformation particulière ;
ii. Keilor présente une conformation de l'os frontal comparable à celle de la plupart des autres fossiles du Pléistocène supérieur d'Asie de l'Est et du Sud-Est, dans une certaine continuité avec les *Homo sapiens* archaïques d'Afrique mais aussi de Chine.

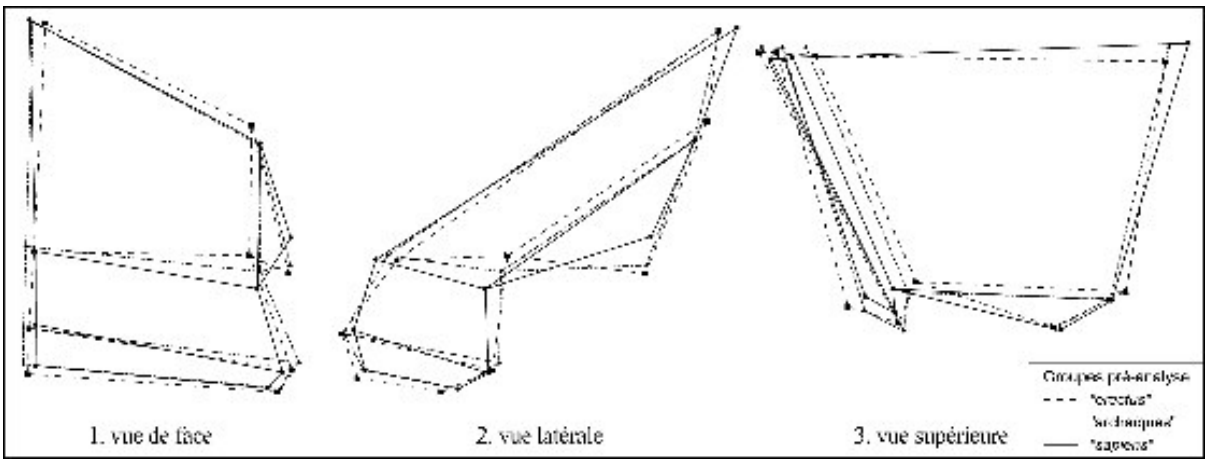


Figure 159. Partie antérieure de la calotte crânienne : conformations des consensus des trois groupes définis pour l'analyse canonique (individus à « affinités *erectus* » ; *H. sapiens* archaïques et *H. sapiens* anatomiquement modernes). Ces trois consensus ont été calculés à l'issue de la superposition Procrustes des individus répartis dans les 3 groupes de départ (n = 100).

Dans l'ensemble, des tendances évolutives se dessinent (changements de conformation de la Figure 159) mais celles-ci ne sont pas toujours entièrement corrélées à la phylogénie et/ou à la chronologie. Le rattachement d'individus présentant une morphologie caractéristique du frontal (au niveau des caractères), tels les trois Néandertaliens ainsi que Sangiran 17, le Sinanthrope 12 ou encore OH9, au groupe des *Homo sapiens* archaïques souligne la nécessité d'aborder l'évolution du frontal de la façon la plus fine et la plus exhaustive possible (combinaison de la morphométrie à l'analyse des caractères discrets). L'analyse d'un plus grand nombre de points repères exo- mais aussi endocrâniens en trois dimensions est également une direction de recherche à poursuivre pour éclairer l'évolution

en mosaïque des différentes composantes de cet os complexe (développement des lobes frontaux en relation avec les modifications et la diminution du complexe supra-orbitaire et des sinus frontaux, redressement et élargissement de l'écaille frontale…).

6.2. Partie postérieure de la calotte

L'analyse de la partie postérieure de la calotte crânienne porte sur dix points repères en trois dimensions pour chaque demi-calotte (Figure 160) ; c'est à dire, pour la partie postérieure complète (moitiés gauche et droite), quatre points sagittaux et six points para-sagittaux. Afin qu'un plus grand nombre d'individus soit présent dans les analyses, nous n'avons pas conservé le point mastoïdal, souvent absent des calottes crâniennes.

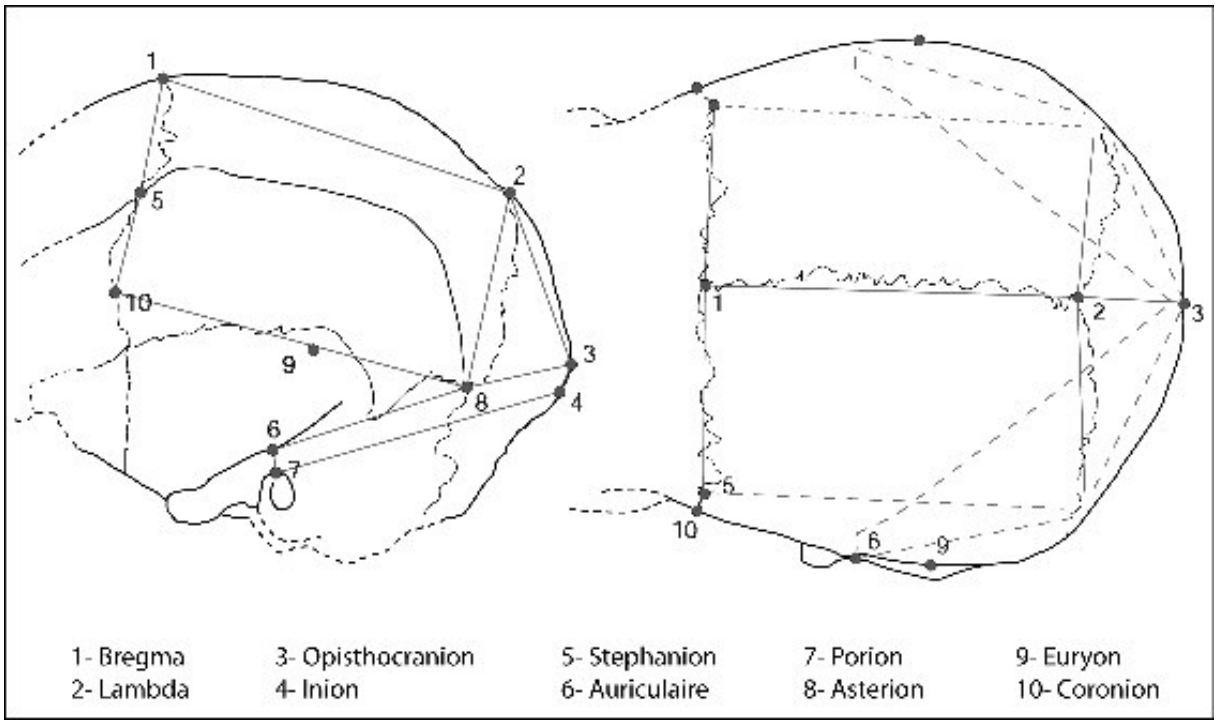


Figure 160. Localisation des points repères retenus pour l'analyse Procrustes de la partie postérieure de la calotte crânienne

6.2.1. Analyse en composantes principales

Le nombre total d'individus inclus dans l'analyse est élevé (n=95). Par rapport à l'analyse du frontal, certains individus sont exclus (Bodo, Qafzeh 1 & 2, Shanidar 5, Krapina 3 et Sangiran 17 notamment) mais Sangiran 2, Sambungmacan, KNM-WT 15000 et Eliye Springs (ES11693) apparaissent pour la première fois.

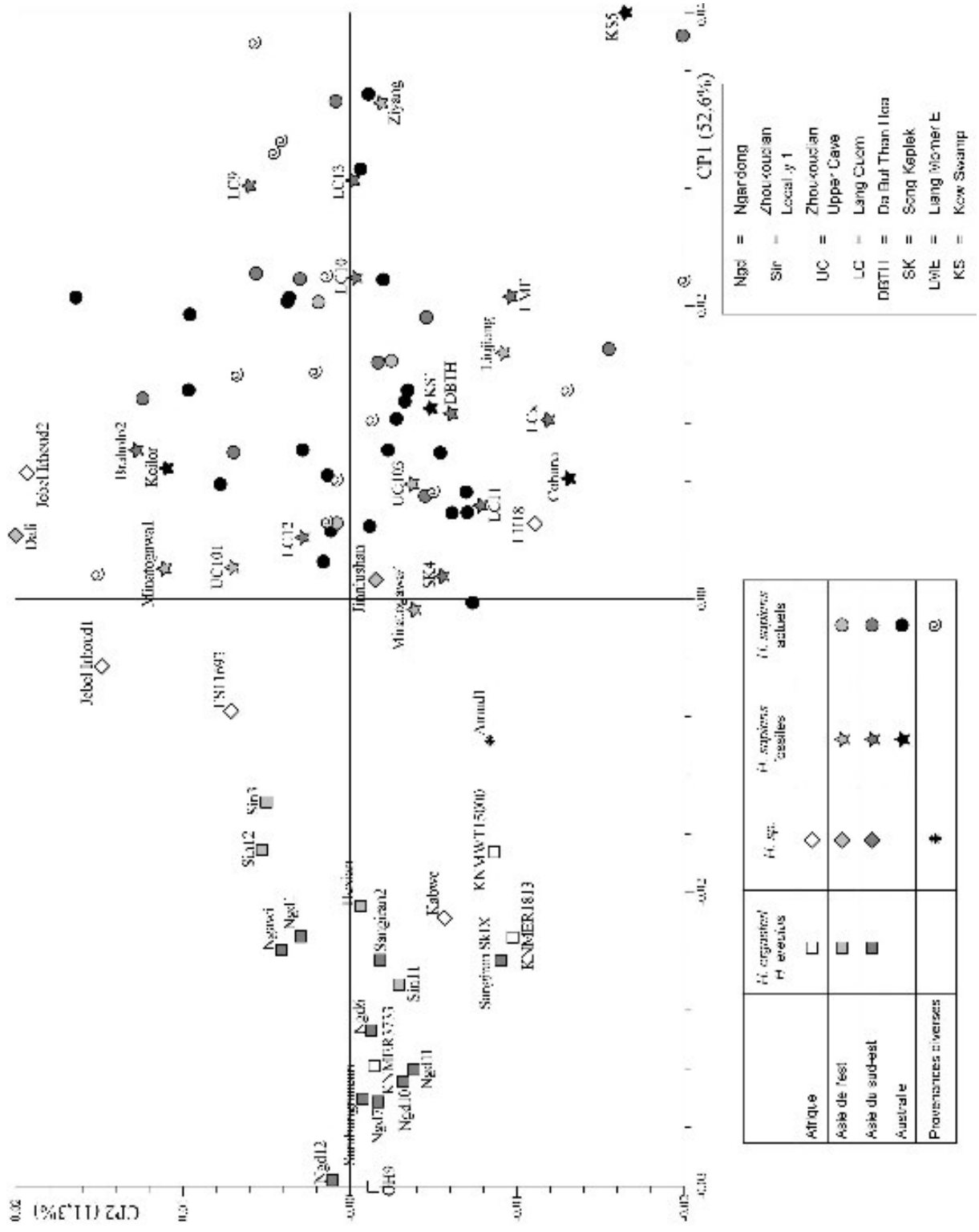


Figure 161. Partie postérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes

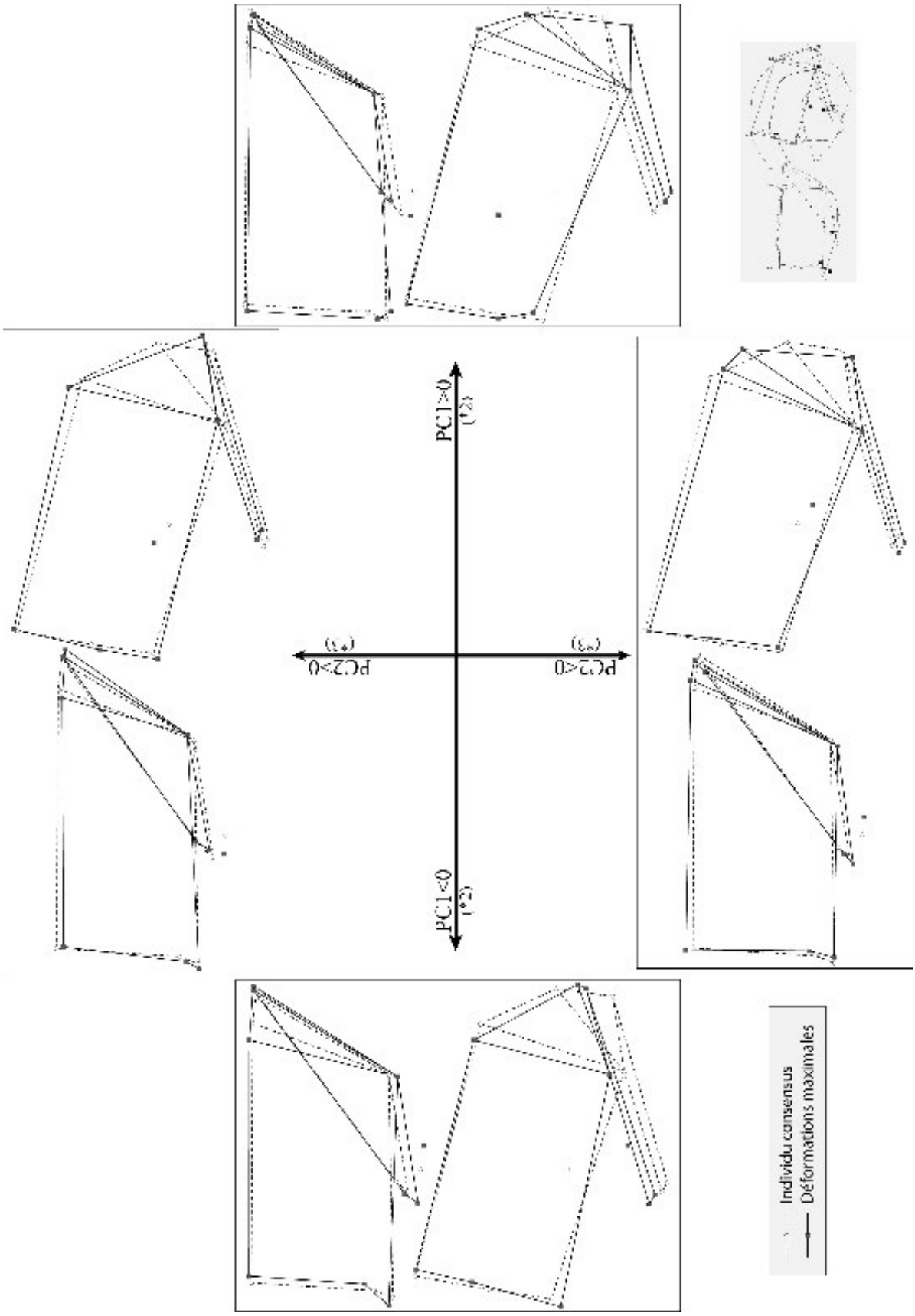


Figure 162. Partie postérieure de la calotte crânienne : déformations associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes (points noirs reliés par des traits pleins ; la conformation de l'individu consensus de l'ensemble de l'échantillon est rappelée à chaque fois : cercles reliés par des traits en pointillés)

Les deux premières composantes principales de l'ACP expliquent une grande part de la variance totale (près de 64% : Tableau 69 p.344). La première composante exprime à elle seule plus de 52% de la variance. Contrairement à l'analyse du frontal, le nuage de points semble bien plus structuré sur le plan CP1/ CP2 (Figure 161 p.342) et on y retrouve des tendances et des groupements d'individus proches de ceux que nous avions mis en évidence dans l'analyse de la calotte crânienne complète.

Tableau 69. Analyse de la partie postérieure de la calotte : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les 5 premières composantes de l'ACP effectuée sur les résidus issus de la superposition Procrustes

CP	Valeurs propres	Pourcentage de la variance totale	Pourcentage de la variance (cumul)
1	0,00798256	52,5761	52,5761
2	0,00171614	11,3032	63,8793
3	0,00112228	7,3918	71,2711
4	0,00096826	6,3773	77,6484
5	0,00070996	4,6761	82,3245

La première composante principale distingue nettement les *Homo sapiens* fossiles et actuels, projetés du côté des valeurs positives de l'axe, des hominidés à affinités *H. erectus* projetés sur le côté opposé (moitié gauche du plan CP1/ CP2 p.342). Les *Homo sapiens* archaïques se trouvent globalement en position intermédiaire entre ces deux pôles mais ils présentent une forte variabilité : Kabwe est nettement du côté des *H. erectus/ ergaster* tandis que Jinniushan ou Laetoli H18 sont plutôt regroupés avec les *H. sapiens* ; Eliye Springs (ES 11693) et Jebel Irhoud 1 sont plus isolés, à égale distance des deux sous-ensembles (« *erectus/ sapiens* »). Amud 1 occupe, dans la partie basse du plan, une position équivalente à celle de ces derniers.

Les déformations associées à la première composante (Figure 162 p.343) sont très marquées et significatives de cette répartition des individus sur le plan. Vers les valeurs négatives de la composante, les pariétaux sont relativement courts d'avant en arrière par rapport à l'occipital (le lambda et l'astérion sont en position avancée). Vu de dessus, le contour des pariétaux s'élargit d'avant en arrière : le supra-stéphanion et le coronion se rapprochent du plan sagittal tandis que l'euryon et l'astérion sont en position écartée vers l'extérieur mais aussi vers la base de la calotte. En effet, le déplacement vertical relatif de ces deux points est inverse : l'euryon migre en position très basse tandis que l'astérion monte légèrement. En relation avec ces modifications de la partie médiane de la calotte, la géométrie de l'occipital a tendance à se pincer : l'inion et l'opisthocrânion se rejoignent et se

confondent, le plan occipital « pousse » vers l'avant en se couchant légèrement et la partie basse de l'occipital est aplatie. L'absence de point sur le plan nucal ne nous permet pas d'analyser directement sa conformation, mais l'alignement en vue latérale de l'inion, de l'opisthocrânion, de l'astérion, de l'euryon, du porion et de l'auriculaire indique clairement cet aplatissement de la partie basse qui ne se développe pas verticalement.

Du côté des valeurs positives de cette composante, les pariétaux s'allongent et l'occipital s'ouvre et se développe en hauteur : le lambda recule, l'opisthocrânion migre en haut et vers l'avant tandis que l'inion s'abaisse. En vue supérieure, les pariétaux sont nettement plus larges à l'avant qu'à l'arrière : le supra-stéphanion et le coronion se déplacent vers l'extérieur tandis que l'astérion est plus bas et plus intérieur ; l'euryon est situé bien plus haut et plus en avant, indiquant le développement des bosses pariétales.

La deuxième composante apporte des nuances supplémentaires aux variations de conformation associées à la CP1 (Figure 161 p.342 et Figure 162 p.343). Du côté des valeurs positives de la CP2 (moitié haute du plan), les individus présentent des bosses pariétales développées (euryons en position haute et antérieure) mais des pariétaux assez courts et un occipital pincé. Du côté opposé, l'occipital est ouvert et les pariétaux allongés mais les mouvements de l'euryon et de l'astérion indiquent une largeur maximale de la calotte située en position basse et reculée. On remarque également que les variations de géométrie de l'occipital sont essentiellement dues aux mouvements de l'opisthocrânion, la position de l'inion restant quasi-constante le long de la composante.

Au niveau de la position des individus sur le plan CP1/CP2, la deuxième composante regroupe Kabwe 1, Sangiran SkIX, KNM-WT 15000 et KNM-ER1813 dans une position plus basse sur le plan que la majorité des autres *H. erectus/ ergaster*. En effet, presque tous les individus de Ngandong, Sambungmacan mais aussi OH9 et KNM-ER 3733 sont situés vers les valeurs négatives extrêmes de la CP1 mais sont au centre de la CP2. En partant de ce groupe et en allant vers des valeurs plus élevées selon la CP2 et la CP1, on rencontre Ngandong 1 et Ngawi, les Sinanthropes 3 et 12 puis Eliye Springs, Jebel Irhoud 1 et 2 ainsi que Dali. La position centrale sur la CP1 mais haute sur la CP2 de ces *Homo sapiens* archaïques indique le développement en largeur et en hauteur de leurs calottes crâniennes (avec l'individualisation des bosses pariétales) mais une géométrie générale des pariétaux et de l'occipital encore archaïque. A l'opposé selon la CP2, Laetoli H18 présente une calotte crânienne d'architecture quasi-moderne mais caractérisée par l'absence de bosses pariétales individualisées : la largeur crânienne maximale est en position basse et postérieure.

La position des *Homo sapiens* fossiles robustes d'Australie (Cohuna, Kow Swamp 1 & 5) est très éloignée sur ce plan de celle des fossiles indonésiens de Ngandong-Ngawi-Sambungmacan. Ils sont projetés dans le quart inférieur droit du plan, position indiquant une géométrie complètement moderne de la partie postérieure de leurs calottes, avec un occipital particulièrement ouvert mais une largeur crânienne maximale en position basse et postérieure (particulièrement Kow Swamp 5). En revanche, Keilor mais aussi Braholo 2, Minatogawa 1 et UC 101 sont dans la moitié supérieure du plan, à proximité de Dali et des *Homo sapiens* archaïques d'Afrique.

6.2.2. Analyse canonique (*Canonical Variate Analysis, CVA*)

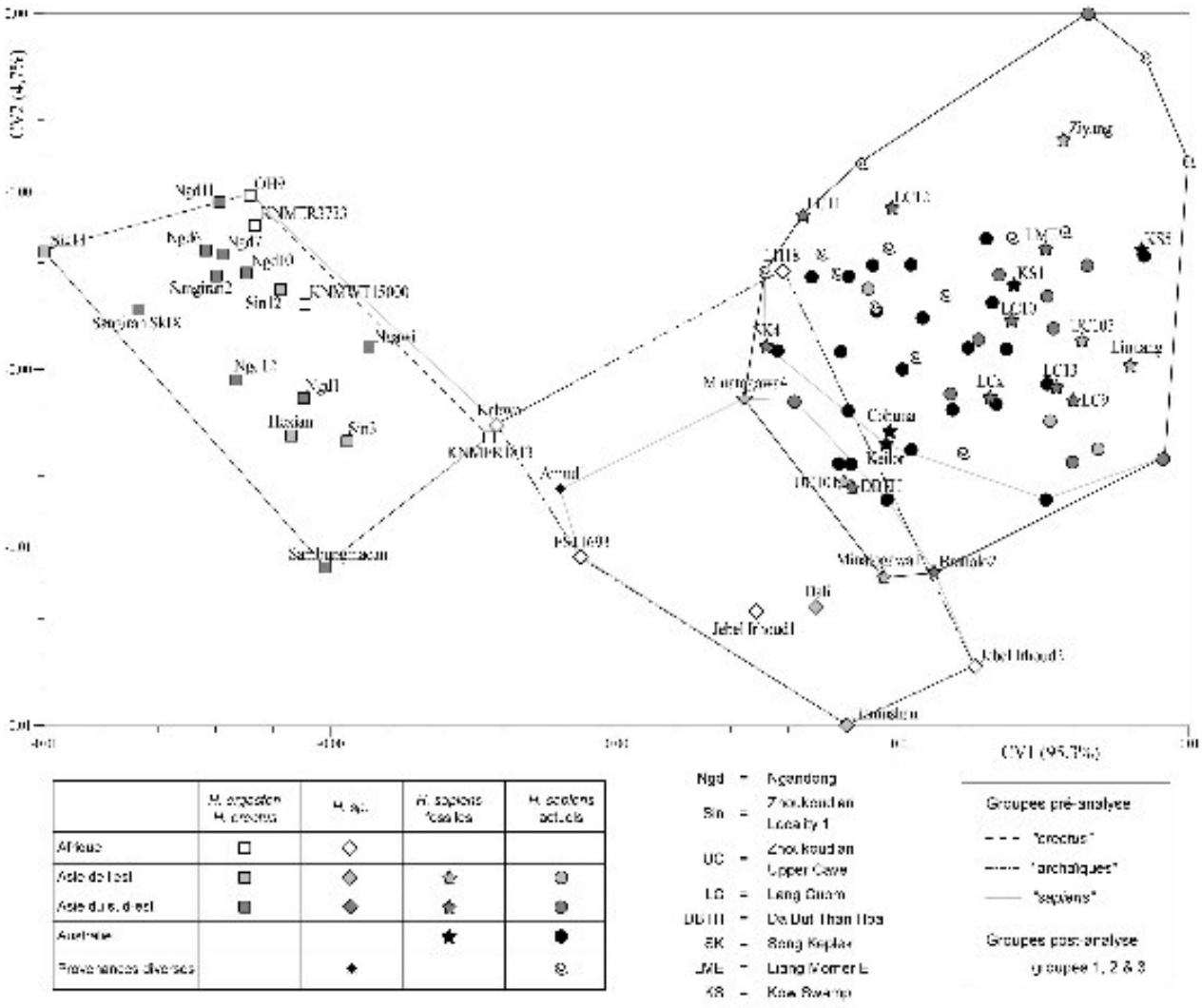
Une analyse discriminante multiple a été effectuée sur les huit premières composantes principales extraites de l'ACP précédente (totalisant plus de 91% de la variance totale).

Comme pour le frontal, trois classes taxinomiques ont été considérées pour base de cette analyse (Tableau 70). La totalité des individus inclus dans l'analyse ont été attribués à l'un des trois groupes (Amud 1, seul néandertalien, est placé dans l'ensemble des *H. sapiens* archaïques dont il diffère peu d'après l'ACP).

Tableau 70. Détail des groupes de spécimens utilisés dans l'Analyse des variables canoniques de la partie postérieure de la calotte crânienne

Groupe	Appellation du groupe	Effectif du groupe	Composition du groupe
1	Individus à « affinités *erectus* »	18	Sangiran 2, SkIX ; Ngandong 1, 6, 7, 10, 11, 12 ; Sambungmacan ; Ngawi ; Hexian ; Sinanthrope 3, 11, 12 ; KNM-ER 1813, 3733 ; KNM-WT 15000 ; OH9
2	Individus intermédiaires « *H. sapiens* archaïques »	8	Dali ; Jinniushan ; Kabwe 1 ; Elyie Springs ES 11693 ; Laetoli H18 ; Amud 1; Jebel Irhoud 1, 2
3	*Homo sapiens* anatomiquement modernes (fossiles et actuels)	69	4 fossiles australiens, 11 fossiles d'Asie du SE, 7 fossiles d'Asie de l'E; 47 spécimens sub-actuels

Deux variables canoniques ont été extraites, la première (CV1) compte pour 95,3% de la distinction entre les trois groupes (distinction des 3 moyennes) et la seconde (CV2) pour un peu plus de 4%. Les différences entre les moyennes des trois groupes sont hautement significatives (Lambda de Wilk = 0,11456612 ; F = 20,766 ; ddl = 16 et 170 ; $p < 0,00001$).



	H. ergaster H. erectus	H. sp.	H. sapiens fossiles	H. sapiens actuels
Afrique	□	◇		
Asie de l'est	■	◆	☆	●
Asie du sud-est	■	◆	★	●
Australie			★	●
Provenances diverses		◆		●

Figure 163. Partie postérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les variables canoniques 1 et 2 de la *CVA* effectuée sur les 8 premières composantes de conformation de l'ACP.

La projection des individus sur le plan CV1/ CV2 est présentée Figure 163 avec les contours des groupes pré- et post-analyse. La classification *a posteriori* des spécimens est exacte pour les individus à affinités *H. erectus* : tous les fossiles inclus au départ dans ce groupe sont bien classés à l'issue de l'analyse discriminante. Cependant, un spécimen est rajouté à ce groupe : Kabwe 1. En revanche, le chevauchement des groupes des *H. sapiens* archaïques et des *H. sapiens* anatomiquement modernes (fossiles et actuels) est plus important. Un seul individu archaïque, Laetoli H18, est classé avec les *Homo sapiens*, mais neuf de ces derniers (*H. sapiens* anatomiquement modernes) se retrouvent attribués au groupe des archaïques. L'analyse de la position des individus sur le plan CV1/CV2 montre clairement la grande diversité des conformations présentée par le groupe des *H. sapiens* archaïques. Même si la moyenne de ce groupe est significativement différente des moyennes

des deux autres, il n'y a visiblement pas d'unité forte du groupe autour de cette moyenne. Ce point rejoint nos interprétations de l'ACP précédente : on trouve au sein des *Homo sapiens* archaïques africains toutes les conformations intermédiaires depuis les *Homo erectus/ergaster* jusqu'aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes : de Kabwe 1 à Jebel Irhoud 1 et 2, en passant par Eliye Springs. La position de Laetoli H18 est plus ambiguë, nous ramenant aux observations faites à partir de l'ACP sur sa conformation particulière.

Encore une fois, aucun hominidé fossile chinois ne présente de conformation semblable aux *H. sapiens* archaïques « anciens » africains (Kabwe 1, ES11693) mais Dali et Jinniushan se présentent comme des *Homo sapiens* archaïques progressifs, « équivalents » aux spécimens de Jebel Irhoud (en termes de conformation crânienne) et proches des *Homo sapiens* anatomiquement modernes fossiles. Minatogawa 1 & 4, Braholo 2 et UC 101 sont parmi les *Homo sapiens* mal classés, très proches de ces *Homo sapiens* archaïques. En revanche, les australiens fossiles robustes ne présentent aucune affinité particulière avec les hominidés indonésiens de la série Ngandong-Ngawi-Sambungmacan.

Amud 1 est projeté entre Kabwe 1 et Eliye Springs, mais le cas des Néandertaliens nécessiterait d'être analysé plus en détail qu'il ne l'est ici. La comparaison d'un plus grand nombre de Néandertaliens dans une analyse Procrustes incluant également des fossiles européens anciens tels que Arago, Petralona, Ceprano et les spécimens d'Atapuerca permettrait certainement de mieux cerner la problématique de leur origine. Il en va de même pour les plus anciens représentants africains du genre *Homo*. En effet KNM-ER 1813 se trouve une fois de plus projeté en marge du groupe *H. erectus/ergaster*, avec Kabwe 1 alors qu'il est plus vieux d'au moins 1 à 1,5 million d'années et présente une capacité crânienne beaucoup plus faible. Selon cette approche, les autres fossiles africains (OH9, KNM-ER 3733, KNM-WT 15000), plus récents, sont nettement regroupés avec les *Homo erectus* asiatiques.

Chapitre 5 SYNTHESE ET CONCLUSION GENERALE

1. L'ORIGINE DES PREMIERS *HOMO SAPIENS* EN ASIE-OCEANIE

Plusieurs problématiques concernant l'évolution des hominidés fossiles d'Asie du Sud-Est ont été envisagées tout au long de ce travail. La synthèse des résultats acquis au cours de nos analyses est proposée en reprenant un ordre chronologique dans ce chapitre de conclusion. La première de ces questions est l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes d'Asie extrême-orientale, dans le cadre plus général de la transition évolutive des *Homo erectus/ergaster* aux *Homo sapiens*.

De nombreux auteurs se sont intéressés à la problématique des origines de l'homme moderne et, en ne considérant que les travaux paléoanthropologiques, nous avons déjà souligné que plusieurs oppositions conceptuelles obscurcissent ce débat. Celles-ci concernent essentiellement deux domaines interférant dans la pratique l'un avec l'autre : la taxinomie et la phylogénie.

En paléontologie, le critère de disctinction des espèces biologiques (« l'espèce correspond à un ensemble de populations naturelles interfécondes et isolées au point de vue reproductif de tout autre groupe analogue » : Mayr, 1942) n'est pas applicable et deux points de vue sont généralement envisageables :

- la séparation des deux disciplines, l'attribution du nom de genre et d'espèce étant envisagée indépendamment de la position phylogénétique de l'individu ou du groupe d'individus étudiés ;
- l'arrangement (ou le ré-arrangement) taxinomique en fonction de la phylogénie.

Le point de vue adopté ici est intermédiaire, considérant que, dans un premier temps, l'attribution spécifique d'un fossile peut être faite indépendamment du contexte phylogénétique, mais à la condition que la taxinomie proposée ne limite ou ne fausse pas la recherche ultérieure des relations phylogénétiques entre taxons. Dans la pratique, cette démarche est suivie intuitivement dans la plupart des travaux paléoanthropologiques mais deux écoles s'opposent. D'une part se trouvent les *lumpers*, défendant l'utilisation d'un faible

- voire très faible - nombre d'espèces fortement polytypiques (Dobzhansky, 1966 ; Wolpoff, 1971 & 1999 ; Pope, 1992 ; Wolpoff *et al.*, 1994a) ; d'autre part les *splitters*, considèrant qu'il est plus productif (en termes de reconstruction phylogénétique) de reconnaître plusieurs espèces quand plusieurs morphes sont reconnaissables (Eldredge & Tattersall, 1982 ; Tattersall, 1986 & 1992 ; Groves, 1989b ; Groves & Lahr, 1994 ; Wood & Richmond, 2000). Il nous semble que la seconde option puisse être la plus profitable si elle est appliquée de façon rationnelle. La distinction spécifique, ou sous-spécifique, de groupes fossiles homogènes aux limites clairement définies permettrait de clarifier les débats entre auteurs, notamment en ce qui concerne les hommes du Pléistocène moyen (de la même façon que l'utilisation de *Homo ergaster* Groves & Mazak, 1975 au sens de Wood, 1991 a permis de clarifier la définition et la position phylogénétique de *Homo erectus s.s.*).

Par les analyses Procrustes effectuées dans ce travail, nous avons plus particulièrement cherché à caractériser les conformations des hominidés du Pléistocène moyen et supérieur ancien d'Afrique et d'Asie par rapport aux fossiles plus anciens mais aussi par rapport aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes. Nous avons ainsi testé une partie des arguments morphométriques à l'appui de leur distinction taxinomique mais aussi de leur position phylogénétique à l'origine - ou non - des *Homo sapiens* anatomiquement modernes.

Dans cette optique, nous avons pu mettre en évidence les positions « effectivement intermédiaires » des *Homo sapiens* archaïques africains mais aussi chinois. En revanche, les quelques affinités partagées entre les hominidés indonésiens du groupe Ngandong-Sambungmacan-Ngawi et les *Homo sapiens* fossiles australiens de Cohuna et Kow Swamp sont très particulières et bien localisées anatomiquement, elles n'indiquent pas selon nous de liens phylogénétiques entre ces deux ensembles de spécimens.

1.1. La transition évolutive africaine

Les différentes analyses Procrustes présentées dans le Chapitre 4 indiquent en Afrique une évolution progressive de la conformation de la calotte crânienne au cours du temps. Cette séquence quasi-continue de modifications des plus anciens hominidés africains (à partir des *Homo erectus / ergaster* car le cas de KNM-ER 1813 nécessiterait d'être analysé plus en détail) jusqu'aux premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes peut servir de référence pour l'interprétation de l'évolution des hominidés asiatiques.

Les analyses effectuées sur des portions délimitées de la calotte crânienne indiquent une mise en place en mosaïque des caractères modernes. L'os frontal présente de très nettes différences au niveau de l'expression des caractères morphologiques entre les individus étudiés ici, pourtant, la conformation d'ensemble de cet os semble se modifier assez tardivement. La plupart des *Homo sapiens* archaïques présentent une conformation du frontal proche du type *H. erectus/ergaster*. A l'inverse, les modifications de la partie postérieure de la calotte (pariétaux, occipital et une partie des temporaux) sont séquentielles et quasi-régulières par rapport au temps. Cette lignée débute avec les *Homo ergaster,* tels KNM-ER 3733 et KNM-WT 15000, et aboutit aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes, par l'intermédiaire de Kabwe 1, Bodo, Eliye Springs, Saldanha, Laetoli H18 et les deux fossiles de Jebel Irhoud. Seul OH9 s'écarte nettement de cette lignée : on retrouve par l'analyse des conformations la singularité de ce spécimen au sein du registre fossile africain. Agé d'au moins 1,2 Ma (Leakey & Hay, 1982), son attribution taxinomique et son statut phylogénétique sont très controversés depuis sa découverte en 1960 (Leakey, 1961). Considéré par certains comme un représentant africain de l'espèce *Homo erectus* (Howell, 1978 ; Rightmire, 1979 ; Maier & Nkini, 1985), il a aussi été attribué à une nouvelle espèce : *Homo leakeyi* Heberer, 1963 (voir aussi Groves, 1989b puis Groves, 1999 qui rappelle que ce taxon n'est pas valide selon le Code International de Nomenclature). D'après nos analyses, ce fossile est bien différent des *Homo ergaster,* mais il se distingue aussi des *Homo erectus* asiatiques classiques (hominidés de Sangiran, Zhoukoudian, Hexian, Nanjing). Le groupe de spécimens le plus proche morphométriquement de OH9 est celui de Ngandong-Ngawi-Sambungmacan, apparemment plus récent d'au moins 1 Ma. En raison de ce diachronisme (OH9 est vraisemblablement contemporain des *Homo erectus* indonésiens anciens du dôme de Sangiran), il semble impossible d'établir un lien phylogénétique direct entre ces deux types de fossile.

Certains auteurs (Rightmire, 1990 & 2001 ; Groves & Lahr, 1994 ; Stringer, 2002) préconisent d'attribuer les hominidés africains de Kabwe et de Bodo (éventuellement Salé, Ndutu, Eyasi, Elandsfontein) à l'espèce *Homo heidelbergensis*, avec leurs équivalents chronologiques européens (Petralona, Arago et Mauer, holotype de l'espèce) sur la base du partage d'un ensemble de caractères morphologiques cranio-dentaires dérivés par rapport à *H. erectus*. Ce regroupement taxinomique reste débattu car il implique, dans la pratique phylogénétique, que *H. heidelbergensis* ait été l'ancêtre à la fois des Néandertaliens et des *H. sapiens* anatomiquement modernes. Or d'autres travaux ont montré que les *H. heidelbergensis*

européens présentaient déjà un certain nombre « d'apomorphies néandertaliennes », absentes chez les hominidés africains en question, et défendent donc une origine européenne ancienne des néandertaliens (Vandermeersch, 1985 ; Arsuaga *et al.*, 1993 & 1997 ; Grimaud-Hervé, 1997 ; Dean *et al.*, 1998).

Nos résultats vont aussi dans le sens d'une distinction taxinomique des fossiles de Kabwe et Bodo, qui s'individualisent des hominidés africains plus anciens, notamment par une taille générale et une capacité crânienne nettement plus élevées. La conformation de la calotte crânienne complète est différente, mais les analyses de portions anatomiques limitées doivent être approfondies pour affiner la compréhension du *tempo* de mise en place des différents caractères dérivés. En effet, les conformations de ces fossiles sont encore nettement distinctes de celle des *Homo sapiens* anatomiquement modernes. Si leur regroupement au sein de *H. heidelbergensis* n'est pas accepté pour les conséquences phylogénétiques évoquées, l'attribution au taxon *Homo rhodesiensis* ou *Homo sapiens rhodesiensis* (Woodward, 1921) demeure une éventualité acceptable.

Le phénogramme de la Figure 164 présente de façon simplifiée les groupements d'individus obtenus d'après l'analyse Procrustes de la partie postérieure de la calotte crânienne (méthode du *neighbor-joining* : Saitou & Nei, 1987 ; Saitou, 1991). Il s'agit d'une analyse semblable à celle proposée dans le Chapitre 4, mais limitée aux hominidés anciens. Le « pôle moderne » est représenté par les fossiles de Jebel Irhoud et l'enracinement a été effectué avec KNM-ER 3733 plutôt qu'avec KNM-ER 1813 en raison des particularités architecturales de ce dernier relevées lors des analyses (dans cet arbre, ER 1813 se place encore une fois à proximité de Kabwe). Dans une telle représentation, les relations entre fossiles sont résumées à un seul plan et il n'est pas possible d'appréhender les modifications de conformation aussi finement que dans les analyses proposées précédemment (seules quelques conformations individuelles sont rappelées).

Toutefois, les groupes obtenus synthétisent assez fidèlement nos interprétations : à partir des *Homo ergaster/ Homo erectus* (africains et asiatiques), deux groupes se différencient. D'une part les fossiles indonésiens de la série Ngandong-Ngawi-Sambungmacan et d'autre part les *Homo sapiens,* d'abord archaïques (*Homo heidelbergensis* ?), puis anatomiquement modernes (comprenant les deux Jebel Irhoud, Dali, Jinniushan et éventuellement Laetoli H18 et Eliye Springs).

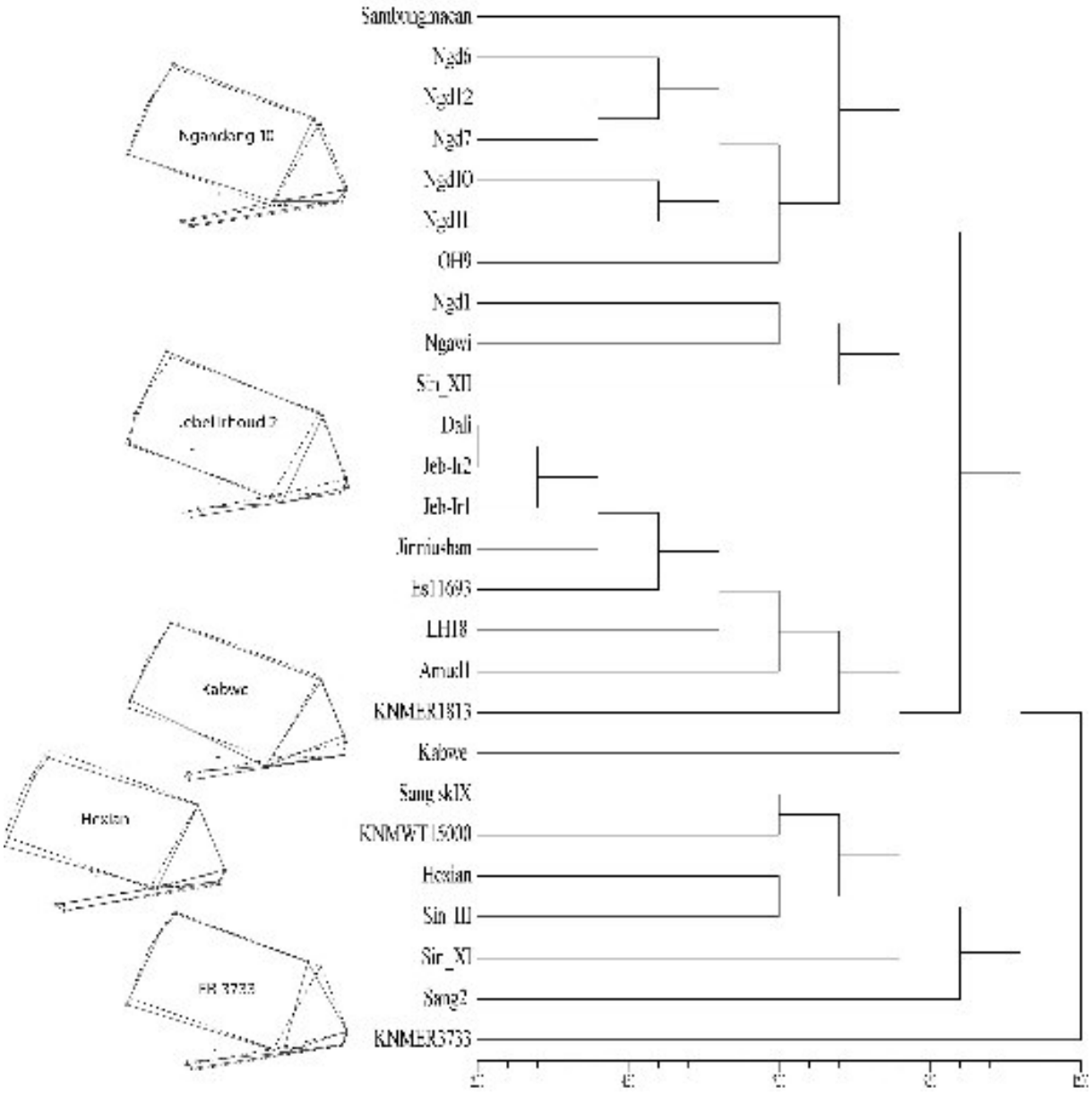


Figure 164. Phénogramme (*Neighbor-joining*) des distances entre individus obtenues à partir de la matrice de variance-covariance des coordonnées ajustées par superposition Procrustes des points de la partie postérieure de la calotte crânienne (superposition limitée aux hominidés anciens ; sur les conformations, l'individu consensus est indiqué en pointillés ; l'arbre est enraciné avec KNM-ER 3733)

1.2. L'absence de lien évolutif local en Asie du Sud-Est - Australie

L'analyse des calottes crâniennes complètes n'a mis en évidence aucune affinité particulière entre les fossiles indonésiens de la série de Ngandong-Ngawi-Sambungmacan et les *Homo sapiens* australiens robustes de Kow Swamp et Cohuna. Par rapport à la tendance évolutive africaine de référence, les hominidés indonésiens semblent suivre une évolution réellement singulière. Les modifications de conformation visibles sur ces crânes par rapport aux hominidés plus anciens (*Homo erectus s.s.*) combinent une nette augmentation du volume cérébral et un hyper-développement des superstructures crâniennes tels que les torus supra-orbitaire, angulaire et occipital. Tous ces caractères se répercutent sur les conformations : leurs calottes crâniennes sont basses et longues avec un fort développement du complexe supra-orbitaire, l'angle entre le plan occipital et le plan nucal est très fermé et la largeur crânienne maximale est en position basse et reculée.

Les seules ressemblances constatées avec les fossiles de Cohuna et de Kow Swamp se situent au niveau du frontal et de la position basse de la largeur crânienne maximale. Cependant nous avons clairement mis en évidence que ces affinités sont certainement accidentelles, provoquées par des déformations artificielles des crânes australiens. Et l'analyse de la partie postérieure de la calotte crânienne a permis, pour ces fossiles australiens robustes, d'établir une relation entre la position relativement basse et postérieure de la largeur crânienne maximale et un aplatissement - élargissement extrême du plan nucal de l'occipital, résultant de ces déformations. L'occipital de ces crânes est excessivement ouvert, radicalement différent de celui des hominidés de Ngandong, plus pincé. Par ailleurs, un crâne actuel de Nouvelle Calédonie présente le même type de conformation de l'os frontal et il semble délicat de proposer une filiation entre les derniers *Homo erectus* indonésiens et les habitants actuels de Nouvelle Calédonie.

Les résultats obtenus sur les conformations singulières des hominidés indonésiens de Ngandong, Sambungmacan et Ngawi vont dans le sens de leur distinction taxinomique des *Homo erectus* au sens strict (asiatiques) mais aussi des *Homo sapiens* dont ils ont parfois été rapprochés pour leur importante capacité crânienne (Dubois, 1937). Ces fossiles forment un groupe spécialisé et homogène du point de vue :

- morphologique : les caractères morphologiques crâniens sont, dans l'ensemble, plus robustes que chez les *Homo erectus* indonésiens classiques de Trinil et de Sangiran (formation de Kabuh) (Jacob, 1976 & 1981) ; certains caractères basi-crâniens (morphologie du *foramen ovale*, position de la fissure squamo-tympanique

dans la fosse glénoïde, présence de tubérosités en arrière des condyles occipitaux) ne sont rencontrés que chez ces hominidés (Weidenreich, 1951 ; Jacob, 1967 ; Durband, 2002) ; et les os pariétaux de ces fossiles présentent une mosaïque de caractères primitifs (largeurs crâniennes maximale et bi-pariétale distinctes, présence d'un *torus angularis*, bord temporal peu incurvé, parties supérieure et inférieure peu convexes, bosses pariétales non individualisées) et dérivés par rapport aux *Homo erectus* asiatiques plus anciens (convergence des parties pariétales antérieures moins accentuée, planum temporal réduit, bombement bregmatique moins prononcé, jonction sagittale plus anguleuse des parties supérieures) (Grimaud, 1982) ;

- métrique : les dimensions sont importantes (Santa Luca, 1980 ; Widianto, 1993), et leur capacité cérébrale (1000 à 1250 cm^3) est plus élevée que celle des fossiles de Trinil-Sangiran (840 à 1050 cm^3) (Widianto, 1993 ; Grimaud-Hervé, 1997), alors que les caractéristiques de l'endocrâne sont nettement primitives (Grimaud-Hervé, 1997).

Ces particularités morphologiques et métriques inter-agissent sur la conformation et la taille centroïde des ces fossiles. Lors de l'analyse Procrustes des calottes crâniennes complètes, nous avons constaté que les spécimens Ngandong 6, 10 et 11 présentaient les tailles centroïdes les plus élevées de notre échantillon (*Homo sapiens* fossiles et actuels inclus). Par ailleurs, les hominidés de Ngandong-Ngawi-Sambungamcan présentent des conformations primitives mais se distinguent des *Homo erectus* indonésiens plus anciens (ainsi que des *Homo erectus* chinois) :

- au niveau du frontal par une écaille nettement plus large et un complexe supra-orbitaire plus rectiligne, plus haut (du nasion au point supra-glabellaire), avec une glabelle moins projetée que les arcades ;
- au niveau de la partie postérieure de la calotte par des parois latérales moins convergentes vers l'avant en vue supérieure, les astérions proportionnellement plus hauts et la largeur crânienne maximale en position plus basse et reculée.

Leur attribution à l'espèce *Homo soloensis* (*Homo (Javanthropus) soloensis* Oppenoorth, 1932) ou à la sous-espèce *Homo erectus soloensis* nous semble la plus indiquée. Cette attribution rend explicitement compte de la conformation et de l'assemblage de caractères particuliers présentés par ces crânes et reste totalement compatible avec l'analyse de leur position phylogénétique (voir Zeitoun, 2002 et remarquons que Stringer, 1987 exclu les fossiles de Ngandong des *Homo erectus* asiatiques pour effectuer son analyse cladistique).

Il s'agirait pour nous d'un clade local, dérivé des *Homo erectus* indonésiens uniquement. Si ce dernier point est confirmé, l'utilisation de la sous-espèce *Homo erectus soloensis* permettrait de conserver la monophylie du clade *Homo erectus* (chinois et indonésiens), groupe frère de *Homo heidelbergensis* (ou *H. rhodesiensis*) et *Homo sapiens* (*cf.* conclusion générale).

1.3. Le cas des *Homo sapiens* chinois anciens

Les résultats des analyses Procrustes sont en revanche très différents pour les hominidés fossiles « intermédiaires » chinois. Les fossiles de Zhoukoudian (Locus 1), de Hexian et de Nanjing (analyse du frontal) présentent des conformations de type *Homo erectus*. Puis, les spécimens de Dali, Jinniushan et Maba sont très proches des *Homo sapiens* archaïques récents ou anatomiquement modernes anciens d'Afrique tels que Jebel Irhoud 1 et 2 ou encore Laetoli H18. Ainsi, alors qu'en Indonésie les hominidés semblent suivre une évolution singulière ne menant pas aux *Homo sapiens* anatomiquement modernes, un certain degré de continuité est mis en évidence dans le registre fossile chinois. Il reste toutefois impossible dans l'état actuel des découvertes de défendre une filiation directe des *H. erectus* classiques de Zhoukoudian, Hexian et Nanjing jusqu'aux plus anciens *H. sapiens* anatomiquement modernes locaux de Liujiang et Zhoukoudian (Upper Cave) par l'intermédiaire de ces hominidés. L'absence en Chine de fossiles présentant des conformations équivalentes à celles de Kabwe et de Bodo permet de suggérer que Dali et Jinniushan seraient issus d'une deuxième vague de migration jusqu'en Asie de l'Est (la première étant celle des *Homo erectus*). De nouvelles datations, indiquant un âge supérieur à 300 ka pour Dali (Yin *et al.*, 2001) et le rapprochant dans le temps des derniers *H. erectus*, vont dans ce sens, à moins d'envisager une brusque accélération des modifications architecturales en Chine pendant cette courte période. La proximité des conformations crâniennes de ces fossiles avec les plus anciens *Homo sapiens* anatomiquement modernes d'Afrique et du Moyen-Orient (Jebel Irhoud et Qafzeh notamment) mais aussi de Chine (Zhoukoudian Upper Cave), d'Indonésie (Song Keplek 4, Braholo 2) et d'Australie (Keilor), fait penser à la possibilité d'une hybridation entre ces populations locales (représentées par Dali, Jinniushan, Maba) et de nouveaux migrants venus d'Afrique.

2. LES *HOMO SAPIENS* FOSSILES EN ASIE-OCEANIE

La synthèse des descriptions morphologiques et des analyses morphométriques des *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est permet de les caractériser et de les situer par rapport aux deux pôles majeurs de populations qui les encadrent : les *Homo sapiens* d'Asie de l'Est d'une part et d'Australie d'autre part.

2.1. Résultats des comparaisons morphologiques

Le point commun de tous les *Homo sapiens* fossiles sud-est asiatiques par rapport aux occupants actuels de ces mêmes régions est une robustesse générale des caractères morphologiques crâniens nettement plus élevée (*cf.* Détroit, 1998 pour une étude de la variabilité morphologique des *Homo sapiens* actuels d'Asie-Pacifique). Cependant, l'état et le mode d'association de ces caractères sont loin d'être homogènes sur ces spécimens.

Les différents éléments du complexe supra-orbitaire sont bien développés et rappellent nettement la morphologie des crânes australiens actuels et fossiles (du groupe « gracile » : Mungo 1 & 3 et surtout Keilor). Les arcades supra-orbitaires sont projetées et se rejoignent généralement dans le plan sagittal en une glabelle proéminente. En revanche, les trigones latéraux, nettement séparés de ce complexe central, sont le plus souvent assez fins et peu robustes, obliques vers le bas et l'extérieur. Ces caractéristiques sont rencontrées chez les individus de Braholo, Song Keplek 4 et Song Terus 1. L'individu 1 de Moh Khiew, dont la partie centrale du complexe supra-orbitaire n'est pas conservée, se distingue par des trigones latéraux plus robustes, et surtout beaucoup plus larges. Le frontal de Tabon présente quant à lui une glabelle nettement plus proéminente que tous les autres éléments.

En arrière du complexe supra-orbitaire, l'os frontal présente généralement une constriction marquée, se prolongeant parfois en une bande concave sur toute la largeur de l'écaille (sulcus rétro-orbitaire), comme sur le frontal de Tabon et de Song Keplek 4.

Sur la majorité des fossiles, les bosses pariétales sont bien individualisées, en position haute. Ce caractère, combiné à l'étroitesse relative du frontal, donne en vue supérieure un contour crânien typique, rhomboïde à bursoïde.

L'occipital n'est marqué d'un torus véritable sur aucun de nos spécimens et la protubérance occipitale externe est rarement très développée (le fossile le plus marqué à cet égard est Song Keplek 1). Cependant, on trouve le plus souvent un épaississement mousse

entre les lignes nucales suprêmes et supérieures, généralement régulier sur toute la largeur, d'un astérion à l'autre. La présence d'une carène sagittale (Song Terus 1) et/ ou coronale (Song Keplek 4) n'est pas spécialement fréquente et semble distribuée de façon aléatoire au sein de notre échantillon fossile.

Les individus les mieux conservés ont tous une face supérieure très prognathe, particulièrement au niveau alvéolaire, à l'exception de Song Keplek 5, qui se distingue très nettement par une face supérieure haute et large (« plate ») avec des orbites hautes (carrées), très proche des Chinois actuels (morphologie « mongoloïde »). Par ses reliefs très faiblement développés, le complexe supra-orbitaire de cet individu semble aussi différer assez nettement des autres spécimens. Malheureusement le mode de conservation « en sépulture » du squelette dans la collection ne nous a pas permis de décrire la totalité de son crâne et de sa mandibule.

Les mandibules fossiles étudiées montrent une variabilité morphologique apparemment plus importante que les crânes. Tous les degrés de robustesse dans l'expression des caractères mandibulaires sont rencontrés. Les individus de Braholo, Song Terus 1 et le fragment gauche de mandibule de Tabon présentent des reliefs fortement développés (trigone mentonnier et surtout lignes obliques externes), alors que les mandibules des spécimens de Gua Lawa et de Song Keplek 4 sont nettement plus graciles. La mandibule de Moh Khiew 1, dont la robustesse est intermédiaire, se distingue par sa morphologie « à bascule », inconnue jusqu'alors pour un fossile aussi ancien d'Asie du Sud-Est.

Les morphologies dentaires sont également très variables. Les molaires sont généralement de grande taille, avec des cuspides très développées. Plusieurs individus portent des M3 dont la surface occlusale est marquée de nombreuses crénulations, il s'agit notamment de Tabon, de Song Keplek 4 et de l'individu 1 de Gua Lawa. Ces deux derniers fossiles javanais associent d'ailleurs une mandibule plutôt petite et gracile avec des dents particulièrement grosses.

La majeure partie des individus étudiés présentent des incisives en forme de pelle. Cette observation est importante car ce caractère est souvent considéré comme typique des populations « mongoloïdes », or, de nombreux individus indonésiens dont la morphologie crânienne est proche des Australiens possèdent des incisives en forme de pelle (notamment Braholo 1, 5 & 7 ; Song Keplek 1 & 4 et Gua Lawa 1).

2.2. Résultats des analyses morphométriques

2.2.1. Analyse du neurocrâne

Morphométrie géométrique

Les analyses Procrustes effectuées sur un large éventail de fossiles, des *Homo habilis* aux *Homo sapiens* actuels, ont fait ressortir à chaque fois des différences au sein des *Homo sapiens* anatomiquement modernes. En particulier, de nombreux *Homo sapiens* fossiles d'Asie de l'Est (séries de l'Upper Cave et de Minatogawa), d'Indonésie (Song Keplek 4, Braholo) et d'Australie (Keilor) se distinguent assez nettement des hommes actuels des mêmes régions.

Pour illustrer ce propos, les Figure 165 et Figure 166 présentent les résultats d'une analyse Procrustes de la calotte crânienne complète, effectuée uniquement sur des *Homo sapiens* anatomiquement modernes, fossiles et actuels. Sans rentrer dans les détails de l'analyse, plusieurs fossiles situés à l'extrême gauche de la première composante présentent encore dans leur conformation une certaine proportion de caractéristiques archaïques. Le complexe supra-orbitaire et la constriction rétro-orbitaire sont marqués, l'écaille frontale est relativement étroite par rapport à l'arrière du crâne et la largeur crânienne maximale est en position plutôt basse.

Ces observations vont dans le même sens que les résultats de l'analyse morphologique : les *Homo sapiens* du Pléistocène supérieur et de l'Holocène en Asie de l'Est et du Sud-Est retiennent un ensemble de caractéristiques primitives qui ont évolué par la suite à la faveur de contacts avec d'autres populations plus modernes (en Asie de l'Est et vraisemblablement du Sud-Est) ou bien d'un isolement relatif (en Australie).

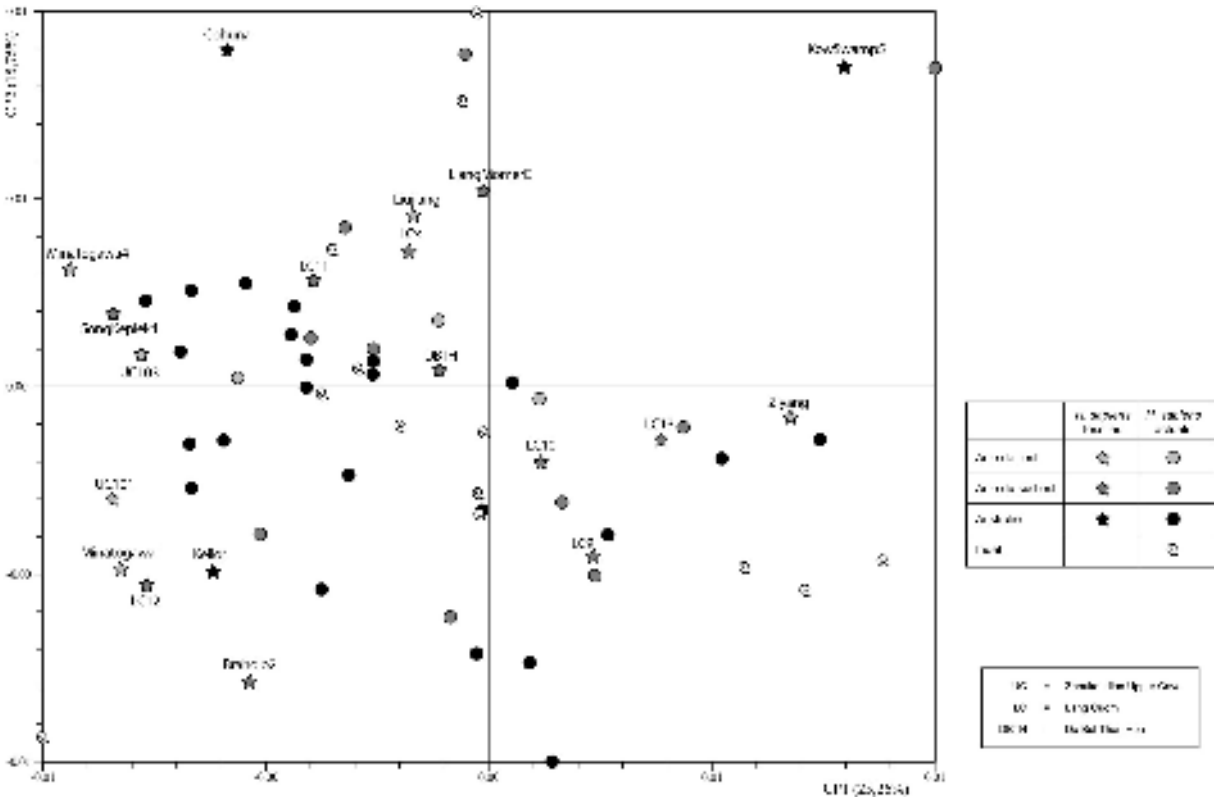


Figure 165. Calottes crâniennes des *Homo sapiens* : projection des individus sur le plan défini par les composantes 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes

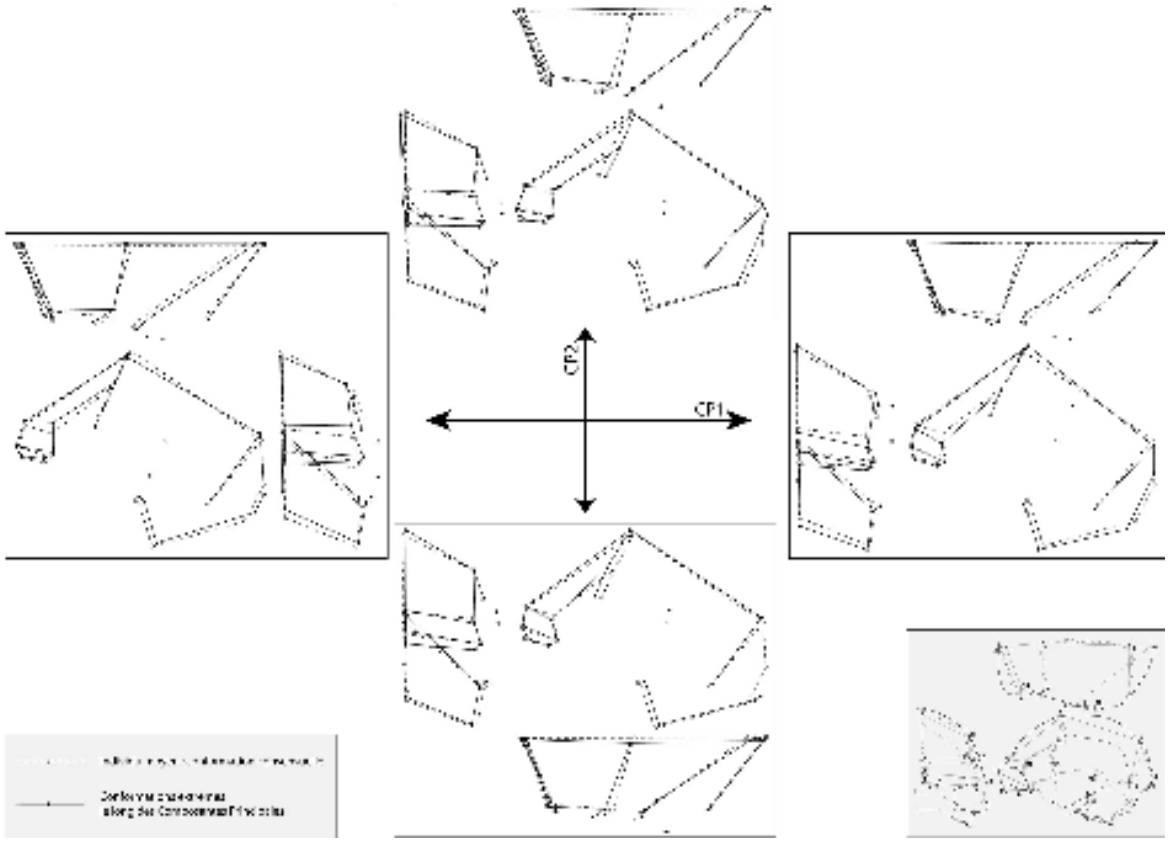


Figure 166. Calottes crâniennes des *Homo sapiens* : déformations associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP (traits plein ; l'individu consensus est rappelé en pointillés)

Morphométrie traditionnelle

Les analyses morphométriques traditionnelles nous ont permis de comprendre les relations qui ont pu exister au cours du temps entre les différents groupes d'*Homo sapiens* fossiles de la région Asie-Pacifique.

A l'issue de l'analyse des dimensions du neurocrâne, deux pôles morphométriques se distinguent nettement, sans aucun recoupement : les fossiles australiens présentant de fortes dimensions générales d'une part, et les fossiles est-asiatiques (individus de Minatogawa), d'autre part, de taille plus réduite et surtout proportionnellement plus larges. Les fossiles d'Asie du Sud-Est (continentale et insulaire) forment un groupe très variable, globalement situé entre les pôles australien et est-asiatique. Wajak I présente des affinités avec les Australiens (fortes dimensions générales) mais aussi avec les fossiles de Minatogawa par sa forte largeur crânienne maximale. Moh Khiew 1, Song Keplek 4, Braholo 5 et Liang Momer E sont relativement proches, ils diffèrent légèrement par leur taille générale (MKC91B1+BHL5/ SK4+LME) et, dans une moindre mesure, par certaines proportions de la calotte.

Les fossiles « mélanésiens », et tout particulièrement Lemdubu, sont assez proches de ces spécimens d'Asie du Sud-Est ; seul Koné WKO-013B présente une taille globale légèrement réduite (il est surtout plus étroit).

Les deux fossiles d'Asie du Sud-Est mis au jour en contexte néolithique (Gua Nempong et Som Ron Sen) se situent au cœur de la variabilité morphométrique sud-est asiatique. Les dimensions de leur calotte crânienne ne diffèrent pas de façon significative comme nous aurions pu l'attendre selon l'hypothèse d'une vague de migration massive depuis le sud de la Chine au cours de l'Holocène (corrélée à l'apparition du Néolithique).

Pour les fossiles de la fin du Pléistocène supérieur et de l'Holocène mis au jour en Asie du Sud-Est, les résultats de l'analyse de ces quelques dimensions de la calotte crânienne semblent être en accord avec l'hypothèse de groupes d'hommes occupant une zone géographique intermédiaire, au contact de deux populations assez différentes (l'une en Asie de l'Est, l'autre en Australie). Rien ne permet ici de supporter l'hypothèse d'un remplacement de populations assez rapide dans cette région au cours de l'Holocène (remplacement des « Australo-mélanésiens » par les « Mongoloïdes »). Les fossiles d'Asie du

Sud-Est présentent, selon leur provenance géographique et leur âge, des affinités avec l'un où l'autre des deux pôles sans tendance chronologique marquée, résultat probable de mouvements de populations répétés(vers l'est et l'ouest) et d'hybridations.

2.2.2. Analyse de la face supérieure

Pour les fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire, l'ACP des dimensions de la face supérieure met en évidence une nette séparation entre les deux spécimens de Flores (Liang Momer E et Liang Toge) d'une part, et les deux individus de Song Keplek d'autre part. Plus encore, Song Keplek 4 et Song Keplek 5 sont également distincts. Song Keplek 4 présente une face assez atypique, se rapprochant de celles de fossiles prénéolithiques d'Asie du Sud-Est continentale (Mai Da Dieu notamment) tandis que Song Keplek 5 est beaucoup plus proche de fossiles néolithiques de Chine et d'Asie du Sud-Est continentale.

Les spécimens chinois montrent une évolution claire de leur morphologie faciale au cours du temps. Les individus néolithiques de Chine présentent une face nettement plus haute, une ouverture nasale un peu plus large et des orbites plus hautes (rondes à carrées) que les *Homo sapiens* chinois et japonais plus anciens. L'individu 5 de Song Keplek présente très distinctement des affinités morphométriques avec ces fossiles néolithiques chinois. L'âge relativement ancien de SK5 (environ 7 000 ans BP) indique des influences de populations venues d'Asie de l'Est bien avant la période d'arrivée supposée des peuples austronésiens en Indonésie (2 à 3 000 ans BP ?). De même que Wajak 1 (analyse du neurocrâne), Song Keplek 5 supporte l'hypothèse de migrations humaines du continent asiatique jusqu'en Asie du Sud-Est insulaire depuis au moins 6 à 7 000 ans BP environ.

2.2.3. Analyse de la mandibule

Deux ACP complémentaires ont été effectuées sur les dimensions mandibulaires. Comme pour les autres portions anatomiques analysées, les fossiles australiens se distinguent nettement des individus d'Asie du Sud-Est par les fortes dimensions générales de leurs mandibules, seules les branches montantes sont relativement plus étroites que chez les spécimens d'autre provenance géographique. Les *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est présentent une grande diversité morphométrique mais des pôles extrêmes se distinguent. La

mandibule de Song Keplek 4 est nettement la plus petite de l'échantillon analysé, pour toutes les dimensions. A l'inverse, les individus Braholo 5 et Song Terus 1 présentent des mandibules de fortes dimensions avec des branches montantes particulièrement larges et un corps épais mais assez peu ouvert, ce qui les individualise des fossiles australiens. L'individu 1 de Moh Khiew, Tabon (mandibule étudiée par Macintosh, 1978) et Liang Toge présentent des affinités avec les individus féminins de Coobool Creek mais le corps mandibulaire est généralement moins épais. La mandibule de Lemdubu, étroite avec des branches montantes de faible largeur, ne ressemble à aucune des mandibules fossiles d'Asie du Sud-Est insulaire, le spécimen le plus proche serait l'homme de Perak mis au jour en Malaisie. Afin d'approfondir ces analyses, il serait souhaitable de pouvoir y inclure des fossiles est-asiatiques. Il est en effet possible que les plus petites mandibules d'Asie du Sud-Est présentent des affinités avec ces derniers, de la même façon que les plus grandes mandibules se rapprochent clairement des spécimens australiens.

2.2.4. Analyse des dents

L'analyse volontairement limitée aux largeurs des dents jugales supérieures et inférieures met en évidence la forte taille dentaire des *Homo sapiens* fossiles australiens. Pour l'Asie du Sud-Est, l'ACP permet de distinguer deux registres fossiles : le premier insulaire et le second continental. On constate une nette tendance à la diminution de la largeur des dents jugales au cours du temps chez les fossiles insulaires : les spécimens néolithiques présentent des dents bien plus étroites que les fossiles plus anciens. Cette observation ne s'applique pas à la région continentale dont les fossiles présentent, quel que soit leur âge, des prémolaires et des molaires plus ou moins larges. Les deux premiers individus mis au jour à Moh Khiew illustrent parfaitement ce fait : MKC91B2, vraisemblablement bien plus récent que MKC91B1, présente des dents aussi larges que celui-ci, et est proche des individus fossiles féminins d'Australie. Par ailleurs, les proportions relatives entre dents supérieures et inférieures d'une part, et entre prémolaires et molaires d'autre part apparaissent très variables pour tous les sous-ensembles géographiques et toutes les périodes chronologiques.

2.3. Les arguments culturels : pratiques funéraires

La majeure partie des *Homo sapiens* fossiles étudiés ont été mis au jour en sépulture. Ces pratiques funéraires sont comparées (Tableau 71), en complément des analyses morphologiques et métriques.

Tableau 71. Tableau synthétique des sépultures humaines décrites dans ce travail (datation, position et orientation du corps)

Individu	Provenance	Age (BP)	Type de sépulture	Position du corps	Orientation (tête-pieds)	Direction du "regard"
Moh Khiew 1	Thaïlande (péninsule)	25800 ± 600	Primaire (?)	Fléchi sur le côté G (?)	N-S	E
Moh Khiew 2	‘	8500 à 11000 (contexte pré-néolithique)	Primaire	Fléchi sur le côté G	E-W	S
Braholo 1	Java Est (Gunung Sewu)	9780 ± 230	Primaire	Allongé sur le dos, jambes remontées et fléchies vers la D	W-E	S (?)
Braholo 2	‘	8760 ± 170	Secondaire	Fragments crâniens entre pelvis et mandibule brisée	-	-
Braholo 3	‘	Holocène récent ?	Primaire (?)	Squelette partiel avec prélèvement du crâne (?)	?	?
Braholo 4	‘	6000 à 8000 ?	Primaire	Fléchi	?	?
Braholo 5	‘	8000 à 10000 ?	Secondaire (?)	-	-	-
Braholo 6	‘	8000 à 10000 (13290 ± 400 ?)	Primaire	Fléchi sur le côté D	E-W	N
Braholo 7	‘	8000 à 10000 ?	? (remaniée)	-	-	-
Braholo 8	‘	8000 à 10000 ?	? (remaniée)	-	-	-
Song Terus 1	‘	9 330 ± 90	Primaire	Fléchi sur le côté D	W-E	S
Song Keplek 4	‘	5900 ± 180	Primaire	Fléchi sur le côté D	SE-NW	NE
Song Keplek 5	‘	7 020 ± 180	Primaire	Etendu sur le dos	E-W	W
Gua Lawa 1	Java Est	Holocène ?	Primaire (?)	?	SE-NW	NE (?)
Gua Lawa 2	‘	Holocène ?	Crémation	Essentiellement restes cranio-dentaires brûlés	-	-
Song Gentong 1	‘	Holocène récent (Néolithique ?)	Primaire	Fléchi sur le côté G	N-S	E

Tableau 72. Tableau synthétique des sépultures humaines décrites dans ce travail (suite : éléments associés à la structure sépulcrale)

Individu	Age (BP)	Eléments associés	Présence de pierres/blocs	Utilisation funéraire du feu
Moh Khiew 1	25800 ± 600	outils lithiques (devant la tête et sur le thorax) & éléments fauniques	sur le bassin	-
Moh Khiew 2	8500 à 11000 (contexte Néolithique)	faune & outils lithiques (rares)	sur la tête et sur le bras droit	-
Braholo 1	9780 ± 230	faune (rare)	sur le thorax et sur les pieds	-
Braholo 2	8760 ± 170	faune (ossements et coquilles brûlées), charbons	-	Oui (préparation de l'emplacement funéraire ?)
Braholo 3	Holocène récent ?	-	-	-
Braholo 4	6000 à 8000 ?	-	-	-
Braholo 5	8000 à 10000 ?	-	-	-
Braholo 6	8000 à 10000 (13290 ± 400 ?)	faune (rare)	-	-
Braholo 7	8000 à 10000 ?	-	-	-
Braholo 8	8000 à 10000 ?	-	-	-
Song Terus 1	9 330 ± 90	faune très abondante (dont "faces de Macaques"), outils lithiques et osseux	blocs sur le devant et sous le corps	Oui, foyers sur et devant le corps
Song Keplek 4	5900 ± 180	faune et outils lithiques	-	-
Song Keplek 5	7 020 ± 180	faune dont une face de Macaque sur le cœur (sous la main D)	pierres sur le corps	-
Gua Lawa 1	Holocène ?	faune	autour du corps (rares)	-
Gua Lawa 2	Holocène ?	ossements fauniques brûlés, charbons	-	Oui, crémation intense des ossements humains
Song Gentong 1	Holocène récent (Néolithique ?)	pigments sur et autour du corps, pilon et mortier	-	-

Le point essentiel de cette synthèse est la très grande diversité des pratiques funéraires en Asie du Sud-Est à la fin du Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène. Tous les types de sépultures ont été rencontrés dans des sites globalement contemporains et parfois très proches géographiquement : sépultures primaires avec le corps fléchi ou étendu, sépultures secondaires et crémations. Les relevés effectués sur le terrain et les observations en cours de fouille ont également permis de mettre en évidence une grande richesse de pratiques locales ou ponctuelles dans le temps autour d'un même mode funéraire. Par exemple, la sépulture fléchie de Song Terus se distingue de la sépulture fléchie de Song Keplek par de nombreuses activités particulières autour du mort inhumé : offrandes sous la forme d'outils et d'éléments fauniques (bovidé en connexion, faces de Macaque) et utilisation répétée du feu sur et autour de la sépulture.

Les pratiques funéraires étaient également variées dans un même site : crémation et sépulture primaire à Gua Lawa, sépultures étendue et fléchie à Song Keplek, sépultures primaires et secondaires à Goa Braholo. Seules les deux sépultures de Song Keplek semblent associées à des hommes de morphologies différentes.

L'analyse poussée des autres éléments culturels (outils lithiques et osseux notamment) permettra peut-être d'apporter une réponse plus précise à cette problématique, mais dans l'état actuel des choses, il semble impossible de relier directement un type de sépulture donné à un groupe d'hommes particulier. A ce propos, il est important de souligner qu'en Australie, les sépultures du Pléistocène et de l'Holocène sont également très diverses : crémation et sépulture primaire étendue à Lake Mungo (Mungo 1 et 3 : Bowler *et al.*, 1970 ; Bowler & Thorne, 1976), sépultures fléchies dans de nombreux sites (voir par exemple Flood, 1995). A Kow Swamp notamment, l'individu 14 était fléchi sur le coté gauche, mains ramenées devant la face (Thorne & Macumber, 1972 ; Flood, 1995). Ainsi, les premiers *Homo sapiens* d'Australie et d'Asie du Sud-Est possédaient déjà un large éventail de pratiques funéraires. Il ne semble donc pas pertinent d'associer systématiquement les sépultures fléchies avec les occupants anciens et les sépultures étendues avec les groupes humains plus récents pour l'ensemble de l'Asie du Sud-Est. Cette hypothèse, basée en partie sur l'étude des sites de Gua Cha (Trevor & Brothwell, 1962 ; Bulbeck, 2001) et de Niah (Harrisson, 1967), ne correspond plus aux données de terrain.

Nos conclusions sur l'analyse de ces nouvelles sépultures vont dans le même sens que celles des analyses morphologiques et morphométriques des fossiles. A partir de l'arrivée

des premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes, l'Asie du Sud-Est doit être envisagée comme le lieu de brassage de populations beaucoup plus intense que ne le propose un modèle à deux vagues majeures de migration.

3. CONCLUSION GENERALE : UNE HISTOIRE DES PEUPLEMENTS HUMAINS EN ASIE DU SUD-EST

Les résultats des différentes analyses présentées dans ce travail permettent de proposer plusieurs hypothèses sur l'histoire du genre *Homo* en Asie du Sud-Est. Il semble que deux périodes puissent être distinguées : la première, contemporaine des *Homo erectus,* est marquée par un certain endémisme en Asie du Sud-Est insulaire (Figure 167 p.368) ; et la seconde, débutant avec l'arrivée des premiers *Homo sapiens,* présente des indices d'intensification des mouvements et des échanges de populations humaines (Figure 168 p.370).

Des *Homo erectus* aux *Homo sapiens* archaïques chinois

L'analyse des conformations crâniennes indique clairement que les hominidés anciens chinois et indonésiens n'ont pas suivi des tendances évolutives semblables. Les fossiles de la série de Ngandong, Sambungmacan et Ngawi présentent des modifications originales de leur architecture crânienne par rapport aux *Homo erectus* indonésiens classiques plus anciens (de Trinil et des niveaux Kabuh du dôme de Sangiran). Ces calottes crâniennes, malgré leur capacité cérébrale relativement importante, sont caractérisées par un hyper-développement des superstructures crâniennes et des conformations s'éloignant nettement de celles des premiers *Homo sapiens* archaïques d'Afrique ou de Chine. Pour ces raisons nous soutenons leur attribution à l'espèce *Homo soloensis* (Oppenoorth, 1932) ou à la sous-espèce *Homo erectus soloensis*. L'âge de ces fossiles est encore très controversé et il n'est pas possible pour l'instant de les situer précisément dans la chronologie ni dans un contexte paléoenvironnemental régional précis. Cependant, cette évolution pourrait être le résultat d'un isolement relatif des hominidés de Java au cours du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur. Les faunes contemporaines de Ngandong (*Chapitre 1*) sont appauvries en espèces et présentent de faibles influences continentales. Il est possible que peu – voire pas du tout – de groupes humains aient atteint cette extrémité du continent asiatique pendant cette période.

A l'inverse, en Chine, les fossiles de Dali, Jinniushan ou encore Maba semblent être les représentants d'une population d'*Homo sapiens* archaïques dont les relations phylogénétiques avec les fossiles africains de Kabwe, Bodo ou Eliye Springs restent à éclaircir. Qu'ils soient attribués à *Homo heidelbergensis* ou non, ils sont nettement différents des *Homo erectus* chinois et indiquent vraisemblablement l'arrivée de nouveaux groupes humains en Asie de l'Est pendant la deuxième moitié du Pléistocène moyen (de 300 à 100 ka environ). De tels fossiles sont pour l'heure inconnus en Asie du Sud-Est.

L'un des fossiles clés pour tester cette hypothèse pourrait être la calotte crânienne de la Narmada (Hathnora, Inde) considérée alternativement comme un *Homo erectus* (Sonakia, 1985 ; de Lumley M.A. & Sonakia, 1985), un *Homo sapiens* (Kennedy *et al.*, 1991), ou un *Homo heidelbergensis* (Wood & Richmond, 2000). Des analyses Procrustes effectuées sur des complexes anatomiques limités (moins de la demi-calotte de ce fossile est préservée) pourraient nous permettre de tester s'il présente de plus fortes affinités avec les hominidés indonésiens de Ngandong-Ngawi-Sambungmacan ou avec les chinois de Dali-Jinniushan-Maba et ainsi indiquer une deuxième vague de migration restreinte à l'Asie de l'Est, ou non.

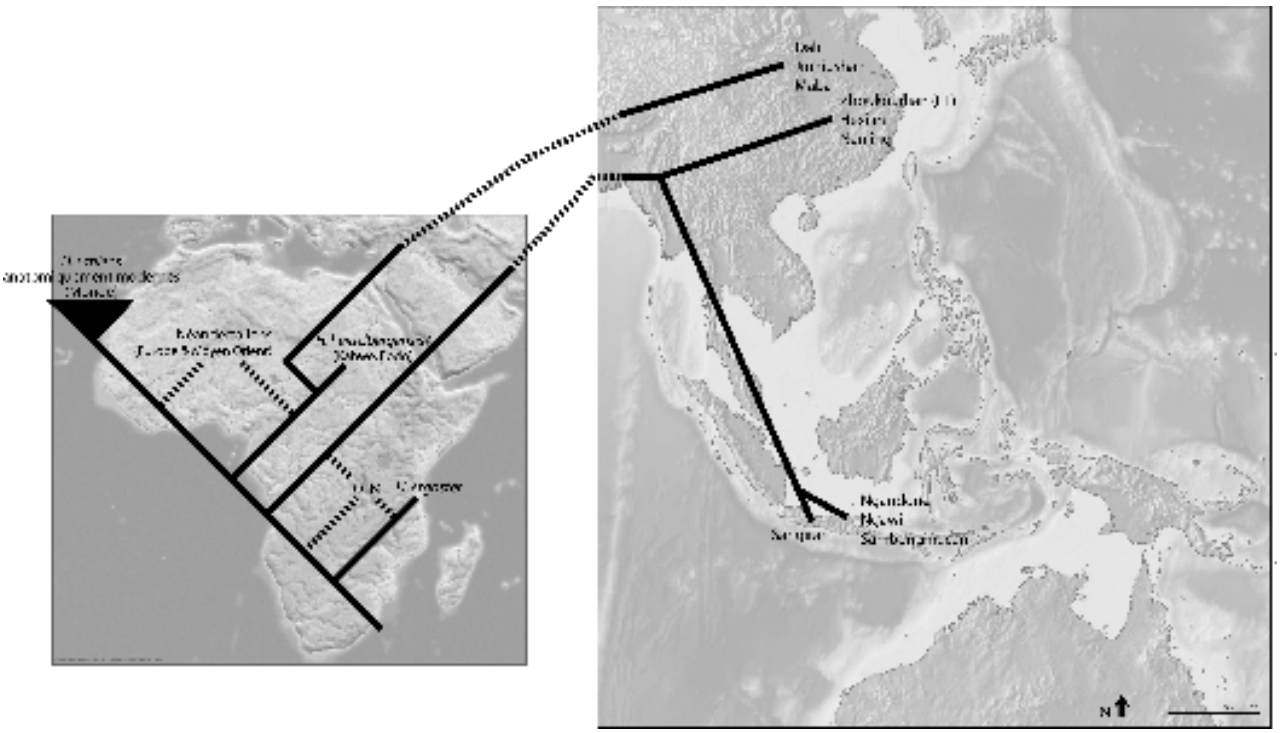


Figure 167. Scénario phylogénétique synthétique indiquant les migrations des hominidés anciens en Asie de l'Est et du Sud-Est et leurs relations phylogénétiques avec les hominidés africains (hypothèse personnelle d'après Stringer, 1987 ; Groves, 1989b ; Tattersall, 2000 et les résultats de ce travail ; fonds de carte : Geoatlas et *University of Texas* http://www.lib.utexas.edu/maps/)

L'arrivée des premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes

Selon les sites archéologiques les plus anciens d'Australie, l'arrivée des premiers *Homo sapiens* dans la région a pu se produire il y a au moins 50 à 60 ka BP. Les plus anciens fossiles australiens ne présentaient aucune affinité particulière avec les hominidés indonésiens de Ngandong-Ngawi-Sambungmacan. Les premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes de la région Indonésie-Australie ne sont donc pas le produit d'une évolution locale, mais sont issus d'une vague de migration qui a vraisemblablement eu lieu au début ou au milieu du Pléistocène supérieur.

Jusqu'à présent, les plus anciens *Homo sapiens* d'Asie du Sud-Est restent méconnus et peu de fossiles humains ont été découverts dans les niveaux archéologiques datant du début et du milieu du Pléistocène supérieur (*Chapitre 1 et 2* : niveaux «Terus » et « Tabuhan » de Song Terus par exemple). Le site philippin de Tabon semble très prometteur à cet égard et la multiplication des découvertes récentes, dans un contexte stratigraphique mieux maîtrisé, pourrait permettre d'obtenir bientôt un portrait morphologique assez complet de ces *Homo sapiens*, parmi les plus anciens connus jusqu'à aujourd'hui dans la région.

Les nouveaux *Homo sapiens* plus complets de la fin du Pléistocène supérieur et du début de l'Holocène décrits et analysés dans ce travail comblent une lacune importante dans la connaissance des hommes d'Asie du Sud-Est.

Nos résultats indiquent que ces spécimens ont retenu un certain nombre de caractéristiques primitives (des plus anciens *Homo sapiens* anatomiquement modernes) tant au niveau morphologique que morphométrique. Cependant, il n'est pas possible de mettre en évidence un second remplacement majeur de populations au cours de l'Holocène. Ce modèle, établi depuis longtemps en Asie du Sud-Est, et rattaché depuis à l'expansion des « Austronésiens », propose un remplacement des populations en place depuis leur arrivée (« Australo-mélanésiens ») par de nouveaux migrants venus de Chine du Sud (« Mongoloïdes ») au cours de l'Holocène. Bien au contraire, nos résultats concordent avec l'hypothèse de groupes humains en mouvement et au contact d'un côté avec une zone relativement isolée par sa situation périphérique (Australie) et de l'autre avec le continent asiatique où les contacts et les échanges entre populations devaient être beaucoup plus fréquents. Les affinités morphologiques partagées avec les hommes fossiles de l'un ou l'autre de ces deux pôles indiquent une « zone d'hybridation » humaine plutôt qu'une voie de passage rarement empruntée et dans un seul sens (de l'ouest vers l'est). La variabilité des

pratiques funéraires et les morphologies en mosaïque des *Homo sapiens* anciens semblent mieux s'accorder avec ce modèle considérant l'Asie du Sud-Est comme une zone de contacts et d'hybridations inter-populationnelles.

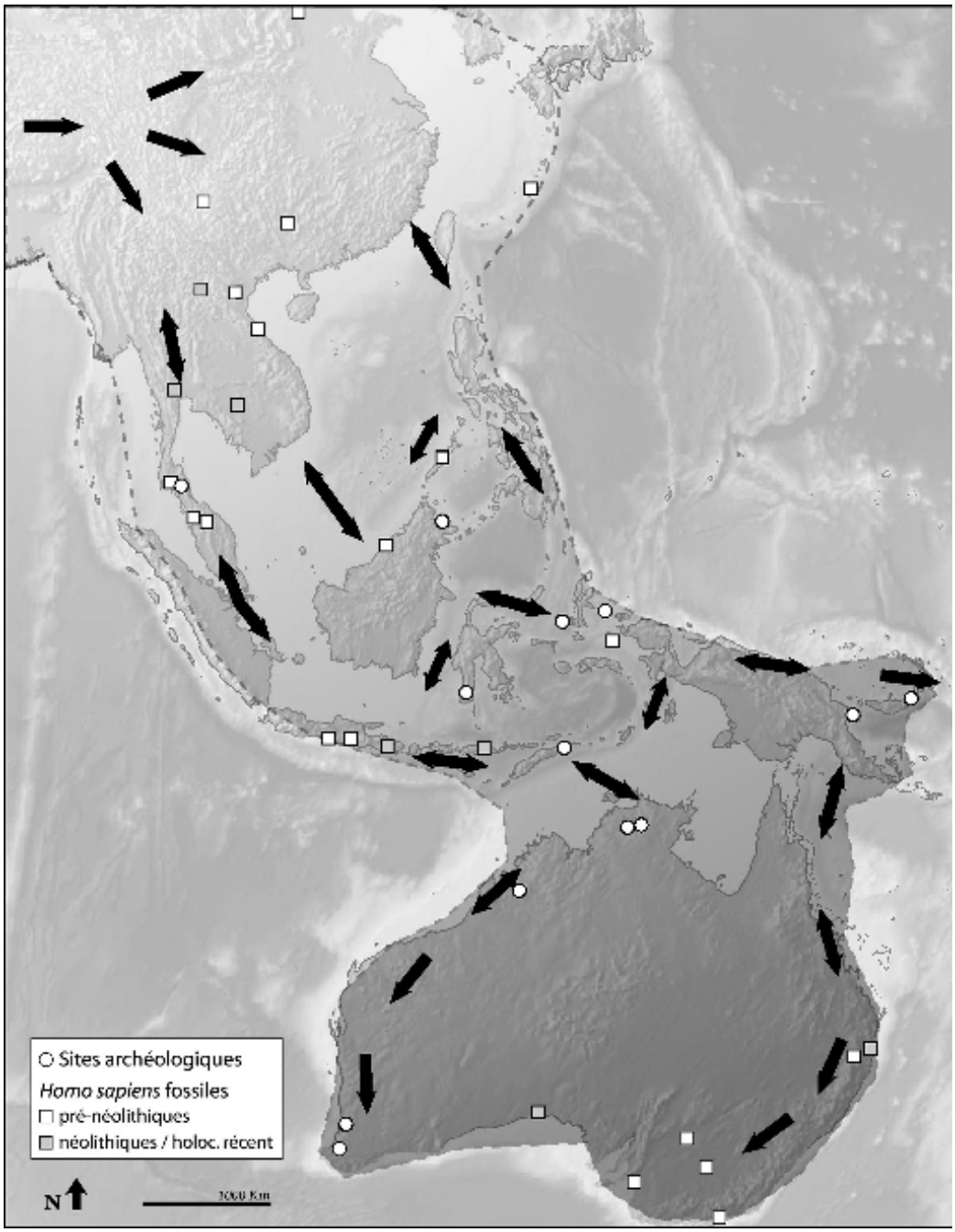


Figure 168. Hypothèses sur les mouvements des groupes d'*Homo sapiens* anatomiquement modernes en Asie-Pacifique au cours du Pléistocène supérieur et de l'Holocène : la zone en dégradé de gris, du continent asiatique à l'Australie, considère l'Asie du Sud-Est comme une région intermédiaire d'hybridation pour les groupes humains. L'Asie de l'Est est susceptible d'avoir connu de multiples arrivées de populations depuis l'ouest et l'Asie du Sud-Est insulaire constitue la zone de contact avec l'Australie, plus isolée à l'extrémité de cette vaste région (les principaux sites archéologiques discutés dans ce travail sont rappelés ; fond de carte : *University of Texas* http://www.lib.utexas.edu/maps/).

Perspectives

Ces hypothèses ne sont que des premières propositions et ne sauraient prétendre à vouloir expliquer l'évolution du genre *Homo* en Asie du Sud-Est de façon précise et exhaustive. Deux axes majeurs de recherche semblent devoir être poursuivis dans l'immédiat : l'extension de l'application des méthodes de la morphométrie géométrique à d'autres portions anatomiques que la calotte crânienne et l'étude exhaustive du squelette post-crânien des *Homo sapiens* fossiles.

Nos analyses morphologiques et métriques ont porté sur les restes cranio-dentaires, l'étude du squelette post-crânien constitue l'étape suivante indispensable de ce travail. La comparaison des dimensions et des proportions des os longs apportera de précieuses informations sur ces fossiles d'Asie du Sud-Est, puisque la stature et les proportions corporelles sont très diverses, des Est Asiatiques aux Australiens notamment.

Par ailleurs, les analyses Procrustes effectuées sur la calotte crânienne ont confirmé la puissance statistique et descriptive de ces méthodes. Le développement récent des techniques d'analyse morphométrique de courbes et de surface, leur combinaison à la scanographie donnant accès à de nombreuses structures anatomiques masquées, et la confrontation des approches morphométriques et cladistiques sont autant d'approches méthodologiques à explorer pour mieux appréhender la variabilité morphologique inter- et intra-populationnelle des dernières espèces du genre *Homo*.

Enfin, comme tout paléontologue, nous pourrions conclure sur le fait qu'il serait évidemment souhaitable de découvrir de nouveaux spécimens pour combler les hiatus chronologiques du registre fossile du genre *Homo* en Asie du Sud-Est. Les tous premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes sont encore inconnus, de même, l'ensemble des fossiles humains australiens ont été mis au jour dans la moitié sud du continent ; pour tester l'hypothèse de contacts relativement réguliers entre des groupes d'hommes du nord de l'Australie et d'Asie du Sud-Est insulaire, il serait nécessaire de pouvoir les comparer directement. Enfin, pour les périodes plus récentes en Indonésie, le manque de restes humains bien préservés dans des niveaux néolithiques clairement établis ne permet pas pour l'instant de bien comprendre le rôle que ces populations ont pu jouer dans l'expansion des Austronésiens. Ce dernier point nous permet d'insister et de conclure sur le fait que la connaissance du contexte archéologique de découverte est parfois aussi importante et riche en informations que le fossile lui-même. Quelles que soient leurs caractéristiques morphologiques, les spécimens indonésiens historiques de Wajak et de Sampung, mais aussi de Sangiran et de Ngandong, ne pourront être complètement interprétés tant que leur cadre stratigraphique, culturel et environnemental ne sera pas mieux connu.

Références bibliographiques

1. Aitken, M.J.; Stringer, C.B. & Mellars, P.A. (eds.) (1993) *The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric Dating*. Princeton University Press, Princeton. 248p.

2. Albrecht, G.H. (1980) Multivariate analysis and the study of form, with special reference to canonical variate analysis. *American Zoologist,* 20 : 679-93.

3. Allen, J. & O'Connell, J.F. (eds.) (1995) Transitions Pleistocene to Holocene in Australia & Papua New Guinea. *Antiquity,* (vol. 69) Special Number 265.

4. Anderson, D. (1990) *Lang Rongrien Rockshelter: A Pleistocene, Early Holocene archaeological site from Krabi, Southwestern Thailand.* The University Monograph Museum 71, Philadelphia. 75p.

5. Anshari, G.; Peter Kershaw, A. & van der Kaars, S. (2001) A Late Pleistocene and Holocene pollen and charcoal record from peat swamp forest, Lake Sentarum Wildlife Reserve, West Kalimantan, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 171 : 213-28.

6. Anton, S.C. & Weinstein, K.J. (1999) Artificial cranial deformation and fossil Australians revisited. *J. Hum. Evol.,* 36 : 195-209.

7. Arsuaga, J.L.; Martinez, I.; Gracia, A.; Carretero, J.M. & Carbonell, E. (1993) Three new human skulls from the Sima de los Huesos Middle Pleistocene site in Sierra de Atapuerca, Spain. *Nature,* 362 : 534-7.

8. Arsuaga, J.L.; Martinez, I.; Gracia, A. & Lorenzo, C. (1997) The Sima de los Huesos crania (Sierra de Atapuerca, Spain). A comparative study. *J. Hum. Evol.,* 33 : 219-81.

9. Aziz, F. & Vos, J. de (1989) Rediscovery of the Wadjak site (Java, Indonesia). *J. Anthrop. Soc. Nippon,* 97 (1) : 133-44.

10. Bartstra, G.J. (1978) Note on new data concerning the fossil vertebrates and stone tools in the Walanae valley in South Sulawesi (Celebes). *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 4 : 71-2.

11. Bartstra, G.J.; Keates, S.G.; Basoeki & Kallupa, B. (1991) On the dispersion of Homo sapiens in Eastern Indonesia: The Palaeolithic of south Sulawesi. *Current Anthropology*, 32 : 317-21.

12. Baylac, M. (1996) Morphométrie géométrique et systématique. *Biosystema : Systématique et Informatique.,* 14 : 73-89.

13. Bellwood, P. (1985) A hypothesis for Austronesian origins. *Asian Perspectives,* 26 : 107-18.

14. Bellwood, P. (1993) Crossing the Wallace Line - With Style. *In*: M. Spriggs, D. Yen, W. Ambrose, R. Jones, A. Thorne & A. Andrews (eds.) *A Community of Culture : The People and Prehistory of the Pacific*. Australian National University, Canberra. pp. 43-8.

15. Bellwood, P. (1997) *Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago (revised edition).* University of Hawai'i Press, Honolulu. 384p.

16. Bellwood, P. (1999) Archaeology of Southeast Asian hunters and gatherers. *In*: R.B. Lee & R. Daly (eds.) *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 284-8.

17. Bellwood, P.; Nitihaminoto, G.; Irwin, G.; Gunadi; Waluyo, A. & Tanudirjo, D. (1998) 35,000 years of prehistory in the northern Moluccas. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 15 : 233-75.

18. Bellwood, P.S. (1993) Cultural and biological differentiation in peninsular Malaysia: the last 10,000 years. *Asian perspectives*, 32 : 37-60.

19. Bergh, G.D. van den (1999) The Late Neogene elephantoid-bearing faunas of Indonesia and their palaeozoogeographic implications. A study of the terrestrial faunal succession of Sulawesi, Flores and Java, including evidence for early hominid dispersal east of Wallace's Line. *Scripta Geologica*, 117 : 1-419 .

20. Bergh, G.D. van den & Aziz, F. (1998) Human occupation of the island Flores during the lower Pleistocene. *Communication orale in : Falguères, C.; Grimaud-Hervé, D. & Sémah, F. (org.) Colloque International : Origine des peuplements et chronologie des cultures paléolithiques dans le Sud-Est asiatique*.

21. Bergh, G.D. van den; Mubroto, B.; Aziz, F.; Sondaar, P.Y. & Vos, J. de (1996a) Did Homo erectus reach the island of Flores? *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association*, 14 : 27-36.

22. Bergh, G.D. van den; Vos, J. de; Sondaar, P.Y. & Aziz, F. (1996b) Pleistocene zoogeographic evolution of Java (Indonesia) and glacio-eustatic sea level fluctuations: a background for the presence of Homo. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association*, 14 : 7-21.

23. Bergh, G.D. van den; Vos, J. de & Sondaar, P.Y. (2001) The Late Quaternary palaeogeography of mammal evolution in the Indonesian Archipelago. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171 : 385-408.

24. Bernet Kampers, A.J. (1982) Looking backward: pioneer prehistorians in pre-war Indonesia. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 7 : 1-23.

25. Birdsell, J.B. (1977) The recalibration of a paradigm for the firts peopling of greater Australia. *In*: J. Allen, J. Golson & R. Jones (eds.) *Sunda and Sahul: Prehistoric studies in Southeast Asia, Melanesia and Australia*. Academic Press, London. pp. 113-67.

26. Bookstein, F.L. (1982) Foundations of morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13 : 451-70.

27. Bookstein, F.L. (1991) *Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology*. Cambridge University Press, New York. 435p.

28. Bookstein, F.L.; Schafer, K.; Prossinger, H.; Seidler, H.; Fieder, M.; Stringer, C.; Weber, G.W.; Arsuaga, J.L.; Slice, D.E.; Rohlf, F.J.; Recheis, W.; Mariam, A.J. & Marcus, L.F. (1999) Comparing frontal cranial profiles in archaic and modern homo by morphometric analysis. *Anatomical Record*, 257 : 217-24.

29. Bowler, J.M.; Jones, R.; Allen, H. & Thorne, A.G. (1970) Pleistocene human remains from Australia: a living site and human cremation from Lake Mungo, western New South Wales. *World Archaeology*, 2 : 39-60.

30. Bowler, J.M. & Thorne, A.G. (1976) Human remains from Lake Mungo : discovery and excavation of Lake Mungo III. *In*: R.L. Kirk & A.G. Thorne (eds.) *The Origin of the Australians*. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra. pp. 127-39.

31. Bowler, J.M.; Thorne, A.G. & Polach, H.A. (1972) Pleistocene man in Australia: age and significance of the Mungo skeleton . *Nature*, 240 : 48-50 .

32. Brace, C.L. (1980) Australian tooth-size clines and the death of a stereotype. *Current Anthropology*, 21 : 141-64.

33. Brace, C.L. (1995) Biocultural Interaction and the Mechanism of Mosaic Evolution in the Emergence of "Modern" Morphology. *American Anthropologist,* 97 : 711-21.

34. Brace, C.L. & Hunt, K.D. (1990) A non-racial craniofacial perspective on human variation : Australian to Zuni. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 82 : 341-60.

35. Bräuer, G. (1984) The "Afro-European sapiens-hypothesis", and hominid evolution in East Asia during the late Middle and Upper Pleistocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 69 : 145-65.

36. Bräuer, G. (1989) The evolution of modern humans : a comparison of the African and non-African evidence. *In*: P. Mellars & C.B. Stringer (eds.) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh. pp. 123-54.

37. Bräuer, G. (1991) L'hypothèse africaine de l'origine des hommes modernes. *In*: J.J. Hublin & A.M. Tillier (eds.) *Aux origines d'Homo sapiens*. PUF, Paris. pp. 181-215.

38. Bräuer, G. (1992a) Africa's place in the evolution of *Homo sapiens*. *In*: G. Bräuer & F.H. Smith (eds.) *Continuity or Replacement ? Controversies in Homo sapiens Evolution*. Balkema, Rotterdam . pp. 83-98.

39. Bräuer, G. (1992b) The origins of modern Asians: by regional evolution or by replacement? *In*: T. Akazawa, K. Aoki & T. Kimura (eds.) *The evolution and dispersal of modern humans in Asia*. Hokusen-Sha, pp. 401-13.

40. Bräuer, G. & Leakey, R.E.F. (1986) The ES 11693 cranium from Eliye Springs, West Turkana, Kenya. *J. Hum. Evol.,* 15 : 289-312.

41. Bräuer, G. & Rimbach, K.W. (1990) Late archaic and modern Homo sapiens from Europe, Africa and Southwest Asia: Craniometric comparisons and phylogenetic implications. *J. Hum. Evol.,* 19 : 789-807.

42. Bräuer, G. & Smith, F.H. (eds.) (1992) *Continuity or replacement ? Controversies in Homo sapiens Evolution*. Balkema, Rotterdam. 315p.

43. Brown, P. (1987) Pleistocene homogeneity and Holocene size reduction : the Australian human skeletal evidence. *Archaeology in Oceania,* 22 : 41-71.

44. Brown, P. (1989) Coobool Creek : A morphological and metric analysis of the crania, mandibles and dentitions of a prehistoric Australian human population. *Terra Australis,* 13 .

45. Brown, P. (1992) Recent human evolution in East Asia and Australasia. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.,* 337 : 235-42.

46. Brown, P. (1998-2002) Peter Brown's Australian and Asian Palaeoanthropology. *http://www-personal.une.edu.au/~pbrown3/.*

47. Brown, P. (1999) The first modern East Asians ?: another look at Upper Cave 101, Liujiang and Minatogawa 1. *In*: K. Omoto (ed.) *Interdisciplinary Perspectives on the Origins of the Japanese*. Kyoto. pp. 105-30.

48. Bulbeck, D. (1981) *Continuities in Southeast Asian evolution since the late Pleistocene.*Thèse: Unpublished M.A. Thesis, Australian National University, Canberra. 575p.

49. Bulbeck, D. (1982) A re-evaluation of possible evolutionary processes in Southeast Asia since the Late Pleistocene. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association,* 3 : 1-21.

50. Bulbeck, D. (1996) Holocene biological evolution of the Malay Peninsula Aborigines (*Orang Asli*). *Perspectives in Human Biology*, 2 : 37-61.

51. Bulbeck, D. (2001) The Gua Cha burials. Concordance, chronology, demography. *http://www.keene.edu/library/OrangAsli/guachay.cfm*, 1-15.

52. Cann, R.L. (2000) Talking trees tell tales. *Nature*, 405 : 1008-9.

53. Capelli, C.; Wilson, J.F.; Richards, M.; Stumpf, M.P.; Gratrix, F.; Oppenheimer, S.; Underhill, P.; Pascali, V.L.; Ko, T.M. & Goldstein, D.B. (2001) A predominantly indigenous paternal heritage for the Austronesian- speaking peoples of insular Southeast Asia and Oceania. *Am J Hum Genet*, 68 : 432-43 .

54. Carlson, D.S. & van Gerven, D.P. (1977) Masticatory function and Post-Pleistocene evolution in Nubia. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 46 : 495-506.

55. Cavalli-Sforza, L.L.; Menozzi, P. & Piazza, A. (1994) The History and Geography of Human Gene. *Abridged paperback edition, Princeton University Press, New Jersey*.

56. Chacornac, M. & Sémah, A.M. (2001) Etude palynologique de sédiments marécageux de Guyang Warak (Java, Indonésie). Reconstitution de l'environnement, impacts climatiques et anthropiques au cours de l'Holocène. *XIIème Symposium de l'APLF, Arles 24-26 septembre. rés. comm.*,21.

57. Chaline, J.; David, B.; Magniez-Janin, F.; Dambricourt-Malassé, A.; Marchand, D.; Courant, F. & Millet, J.J. (1998) Quantification de l'évolution morphologique du crâne des Hominidés et mise en évidence de la décélération du développement humain. *C. R. Acad. Sci. Paris.*, 326 : 291-8.

58. Chang, K.C. (1969) Fengpitou, Tapenkeng, and the prehistory of Taiwan. *Yale University Publications in Anthropology*, 73 : 1-279.

59. Chappell, J. (2000) Pleistocene seedbeds of western Pacific maritimes cultures and the importance of chronology. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 16 : 77-98.

60. Chappell, J.; Omura, A.; Esat, T.; McCulloch, M.; Pandolfi, J.; Ota, Y. & Pillans, B. (1996) Reconciliation of late Quaternary sea levels derived from coral terraces at Huon Peninsula with deep sea oxygen isotope records. *Earth and Planetary Science Letters*, 141 : 227-36.

61. Chen, Q.; Wang, Y.; Lu, Z. & Shen, G. (1998) U-series dating of stalagmite samples from Hulu Cave in Nanjing, Jiangsu Province, China. *Acta Anthropologica Sinica*, 17 : 171-6 (English abstract).

62. Chen, T.; Yang, Q. & Hu, Y. (1996) Report of dating analysis of Nanjing hominid site. *In*: Nanjing Municipal Museum and Department of Archaeology of Peking University (ed.) *Nanjing Hominid Site*. Wenwu Press, Beijing. pp. 254-8.

63. Chen, T.; Yang, Q. & Wu, E. (1994) Antiquity of *Homo sapiens* in China. *Nature*, 368 : 55-6.

64. Chen, T.; Yuan, S. & Gao, S. (1984) The study of Uranium series dating of fossil bones and an absolute age sequence for the main Palaeolithic sites of North China. *Acta Anthropologica Sinica*, 3 : 259-68 (English abstract).

65. Clarke, R.J. (1985) A new reconstruction of the Florisbad Cranium with notes on the site. *In*: E. Delson (ed.) *Ancestors: The Hard Evidence*. Academic Press, New York. pp. 301-5.

66. Clarke, R.J. (1990) The Ndutu cranium and the origin of *Homo sapiens*. *J. Hum. Evol.*, 19 : 699-736.

67. Coon, C.S. (1962) *The Origin of Races*. Knopf, New York. 724p.

68. Cuong, N.L. (1986) Two early Hoabinian crania from Than Hoa province, Vietnam. *Z. Morphol. Anthropol.*, 77 : 11-7.

69. Dam, R.A.C.; Fluin, J.; Suparan, P. & van der Kaars, S. (2001) Palaeoenvironmental developments in the Lake Tondano area (N. Sulawesi, Indonesia) since 33,000 Kyrs BP. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171 : 147-83.

70. Darlu, P. & Tassy, P. (1993) *Reconstruction Phylogénétique: concepts et méthodes*. Masson, Paris. 245p.

71. Darwin, C. (1859) *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. (Traduction française: 1992) GF Flammarion, Paris. 604p.

72. de Koninck, R. (1994) *L'Asie du Sud-Est*. Masson, Paris. 317p.

73. Dean, D.; Hublin, J.J.; Holloway, R. & Ziegler, R. (1998) On the phylogenetic position of the pre-Neandertal specimen from Reilingen, Germany. *J. Hum. Evol.*, 34 : 485-508.

74. Debat, V.; Alibert, P.; David, P.; Paradis, E. & Auffray, J.-C. (2000) Independence between developmental stability and canalization of the skull of the house mouse. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 267 : 423-30.

75. Debat, V. & David, P. (2001) Mapping phenotypes: canalization, plasticity and developmental stability. *Trends in Ecology & Evolution*, 16 : 555-561.

76. Delson, E.; Harvati, K.; Reddy, D.; Marcus, L.F.; Mowbray, K.; Sawyer, G.J.; Jacob, T. & Marquez, S. (2001) The Sambungmacan 3 Homo erectus calvaria: a comparative morphometric and morphological analysis. *Anat. Rec.*, 262 : 380-97.

77. Demeter, F. (2000) *Histoire du peuplement humain de l'Asie extrême-orientale depuis le Pléistocène supérieur récent*.Thèse: Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris. 447p.

78. Demeter, F.; Peyre, E. & Coppens, Y. (2000) Présence probable de formes de type Wadjak dans la baie fossile de Quyhn Luu au Nord Viêt-nam sur le site de Cau Giat. *C. R. Acad. Sci. Paris.*, 330 : 451-6.

79. Détroit, F. (1998) *Les caractères crâniens dits de continuité: distribution et variabilités actuelle et fossile en Asie du sud-est et en Océanie du sud-ouest*. Mémoire de DEA (Quaternaire) du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.

80. Détroit, F. (2000) The period of transition between *Homo erectus* and *Homo sapiens* in East and Southeast Asia: new perspectives by the way of geometric morphometrics. *Acta Antrhopologica Sinica*, Supplement to Vol. 19 : 75-81.

81. Détroit, F. & Dizon, E. (2002) New discoveries and new studies of Upper Pleistocene *Homo sapiens* from the Tabon cave (Palawan, the Philippines). (Abstract). *Session 2: Settling the Islands, Human settlement of the Indo-Pacific and Australasian islands in the Pleistocene. 17th Congress of the IPPA*, Taipei, Taiwan.

82. Détroit, F. & Pookajorn, S. (2001) The palaeoanthropological significance of the human fossils from Moh Khiew Cave (Thailand) (Abstract). *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP*, Liège, Belgique.

83. Détroit, F., Sémah, F., Sémah, A.M., Widianto, H., & Driwantoro, D. (2002) The early Holocene human burial from Song Terus Cave (East Java, Indonesia): palaeoanthropological and behavioural significance. (Abstract). *Session 2: Settling the Islands, Human settlement of the Indo-Pacific and Australasian islands in the Pleistocene. 17th Congress of the IPPA,* Taipei, Taiwan.

84. Devendra, C. & Thomas, D. (2002) Crop-animal systems in Asia: importance of livestock and characterisation of agro-ecological zones. *Agricultural Systems*, 71 : 5-15.

85. Diamond, J.M. (1988) Express train to Polynesia. *Nature,* 336 : 307-8.

86. Dizon, E., Détroit, F., Falguères, C., Sémah, F., & Hameau, S. (2001) The Tabon man: anthropological approach and dating (Abstract). *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP,* Liège, Belgique.

87. Dizon, E.; Détroit, F.; Sémah, F.; Falguères, C.; Hameau, S.; Ronquillo, W. & Cabanis, E. (2002) Notes on the morphology and age of the Tabon Cave fossil *Homo sapiens*. *Current Anthropology*, 43 : 660-6.

88. Dizon, E. & Ronquillo, W. (2001) Recent field campaigns on the Tabon site, Philippines (Abstract). *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP,* Liège, Belgique.

89. Dobzhansky, T. (1966) *L'homme en évolution*. Flammarion, Nouvelle Bibliothèque Scientifique, Paris. 432p.

90. Dryden, I.L. & Mardia, K.V. (1998) *Statistical shape analysis*. John Wiley & Sons , New York. 347p.

91. Dubois, E. (1894) *Pithecanthropus erectus, eine menschenähnliche Uebergangsform aus Java*. Landesdrückerei, Batavia. 39p.

92. Dubois, E. (1920a) De proto-Australische fossiele Mensch van Wadjak (Java). *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam,* 29 : 88-105 .

93. Dubois, E. (1920b) De proto-Australische fossiele Mensch van Wadjak, Java, II. *Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam,* 29 : 866-87 .

94. Dubois, E. (1937) On the Fossil Human Skulls Recently Discovered in Java and *Pithecanthropus erectus*. *MAN,* January : 1-7.

95. Durband, A.C. (2002) The View from Down Under: A test of the Multiregional Hypothesis of Modern Human Origins Using the Basicranial Evidence from Australasia. (Abstract), pp. 61-62. *Session 29: Biological Anthropology in the Asia-Pacific Region. 17th Congress of the IPPA,* Taipei, Taiwan.

96. Eldredge, N. & Tattersall, I. (1982) *The Myths of Human Evolution*. Columbia University Press, New York. 197p.

97. Eller, E. (2002) Population extinction and recolonization in human demographic history. *Mathematical Biosciences*, 177-178 : 1-10.

98. Endicott, K. (1999) Introduction: Southeast Asia. *In*: R.B. Lee & R. Daly (eds.) *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 275-83.

99. Etler, D. A. (1994) *The Chinese Hominidae: New Finds, New Interpretations.*Thèse: Graduate Division of the University of California, Berkeley. 471p.

100. Etler, D.A. (1996) The fossil evidence for human evolution in Asia. *Annual Review of Anthropology*, 25 : 275-301.

101. Fenner, F.J. (1939) The Australian Aboriginal Skull : Its Non-Metrical Morphological Characters. *Trans. Roy. Soc. S. Aust.*, 63 : 248-306.

102. Flood, J. (1995) *Archaeology of the Dreamtime. The story of prehistoric Australia and its people (Revised Edition)*. Angus & Robertson, 328p.

103. Forestier, H. (1998) *Technologie et typologie de la pierre taillée de deux sites holocènes des Montagnes du Sud de Java (Indonésie)*.Thèse: Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 526p.

104. Fox, R. (1970) *The Tabon Caves*. Monograph of the National Museum, Manila. 197p.

105. Frayer, D.W.; Wolpoff, M.H.; Thorne, A.G.; Smith, F.H. & Pope, G.G. (1993) Theories of Modern Human Origins : The Paleontological Test. *American Anthropologist*, 95 : 14-50.

106. Freedman, L. (1964) Metrical features of Aboriginal crania from coastal New South Wales, Australia. *Records of the Australian Museum*, 26 : 309-23.

107. Friess, M. (1999) Taille et conformation crânienne chez les Hominidés de la fin du Pléistocène. Contributions de la morphométrie géométrique au débat sur l'origine de l'Homme moderne. *BAR, Intern. Series*, 799 .

108. Garanger, J. (1997) Lapita. *In*: A. Leroi-Gourhand (ed.) *Dictionnaire de la Préhistoire*. Quadrige, Presses Universitaires de France, Paris. p. 632.

109. Gibbons, A. (2001) The Peopling of the Pacific. *Science*, 291 : 1735-7.

110. Gillespie, R. & Roberts, R.G. (2000) On the reliability of age estimates for human remains at Lake Mungo. *J. Hum. Evol.*, 38 : 727-32.

111. Glover, I. (1981) Leang Burung 2: an Upper Palaeoltihic rock shelter in South Sulawesi, Indonesia. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 6 : 1-38.

112. Goldstein, D.B.; Ruiz Linares, A.; Cavalli-Sforza, L.L. & Feldman, M.W. (1995) Genetic absolute dating based on microsatellites and the origin of modern humans. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 92 : 6723-7.

113. Goldstein, D.B.; Zhivotovsky, L.A.; Nayar, K.; Linares, A.R.; Cavalli-Sforza, L.L. & Feldman, M.W. (1996) Statistical properties of the variation at linked microsatellite loci: implications for the history of human Y chromosomes. *Mol. Biol. Evol.*, 13 : 1213-8.

114. Goodall, C.R. (1991) Procrustes methods in the statistical analysis of shape. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 53 : 285-339.

115. Gorecki, P.P. (1979) Disposal of human remains in the New Guinea Highlands. *Arch. & Phys. Anthrop. in Oceania*, 14 : 107-17.

116. Gould, S.J. (1990) *The Panda's Thumb*. Penguin Books, England. 285p.

117. Gould, S.J. (1997) *La mal-mesure de l'homme (Nouvelle édition)*. Odile Jacob, Paris. 468p.

118. Gray, R.D. & Jordan, F.M. (2000) Language trees support the express-train sequence of Austronesian expansion. *Nature*, 405 : 1052-5.

119. Green, R.C. (1991) The Lapita Cultural Complex: Current Evidence and Proposed Models. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association*, 11 : 295-305.

120. Grimaud, D. (1982) *Evolution du pariétal de l'homme fossile. Position de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés*.Thèse: Muséum National d'Histoire Naturelle, Mémoire n°15, 705p.

121. Grimaud-Hervé, D. (1997) *L'évolution de l'encéphale chez Homo erectus et Homo sapiens. Exemples de l'Asie et de l'Europe*. Cahiers de Paléoanthropologie, CNRS Editions, Paris. 405p.

122. Groube, L.; Chappell, J.; Muke, J. & Price, D. (1986) A 40,000 year-old human occupation site at Huon Peninsula, Papua New Guinea. *Nature,* 324 : 453-5.

123. Groves, C.P. (1985) Plio-Pleistocene mammals in island Southeast Asia. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia,* 9 : 43-54.

124. Groves, C.P. (1989a) A Regional Approach to the Problem of the Origin of Modern Humans in Australasia. *In*: P. Mellars & C.B. Stringer (eds.) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh . pp. 274-85.

125. Groves, C.P. (1989b) *A Theory of Human and Primate Evolution*. Oxford University Press, Oxford. 384p.

126. Groves, C.P. (1999) Nomenclature of African Plio-Pleistocene hominins. *J. Hum. Evol.,* 37 : 869-72.

127. Groves, C.P. & Lahr, M.M. (1994) A bush not a ladder: speciation and replacement in human evolution. *Perpectives in Human Biology,* 4 : 1-11.

128. Groves, C.P. & Mazak, V. (1975) An approach to the taxonomy of the Hominidae: gracile Villafranchian hominids of Africa. *Cas Mineral Geologii,* 20 : 225-47.

129. Grün, R.; Huang, P.A.; Wu, X.; Stringer, C.B.; Thorne, A.G. & Mc Culloch, M. (1997) ESR analysis of teeth from the palaeoanthropological site of Zhoukoudian, China. *J. Hum. Evol.,* 32 : 83-91.

130. Grün, R.; Huang, P.H.; Huang, W.; Mc Dermott, F.; Thorne, A.G.; Stringer, C.B. & Yan, G. (1998) ESR and U-series analyses of teeth from the palaeoanthropological site of Hexian, Anhui province, China. *J. Hum. Evol.,* 34 : 555-64.

131. Grün, R.; Spooner, N.A.; Thorne, A.; Mortimer, G.; Simpson, J.J.; McCulloch, M.T.; Taylor, L. & Curnoe, D. (2000) Age of the Lake Mungo 3 skeleton, reply to Bowler & Magee and to Gillespie & Roberts. *J. Hum. Evol.,* 38 : 733-41.

132. Grün, R. & Stringer, C.B. (1991) Electron Spin Resonance Dating and the Evolution of Modern Humans. *Archaeometry,* 33 : 153-99.

133. Haberle, S.G.; Hope, G.S. & Kaars van der, S. (2001) Biomass burning in Indonesia and Papua New Guinea: natural and human induced fire events in the fossil record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 171 : 259-68.

134. Habgood, P.J. (1987) Réestimation des variations observées sur le matériel osseux australien. *L'Anthropologie,* 91 : 797-802.

135. Habgood, P.J. (1989) The origin of anatomically modern humans in Australasia. *In*: P. Mellars & C.B. Stringer (eds.) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh . pp. 245-73.

136. Haeckel, E. (1868) *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. Berlin. (Traduction française: 1874) Histoire de la création, Paris. 680p.

137. Hall, B.K. (ed.) (1994) *Homology: The Hierarchical Basis of Comparative Biology*. Academic Press, San Diego. 483p.

138. Hammer, M.F. (1995) A recent common ancestry for human Y chromosomes. *Nature,* 378 : 376-8.

139. Hanihara, T. (1993) Craniofacial features of Southeast Asians and Jomonese: A reconsideration of their microevolution since the Late Pleistocene. *Anthropological Science*, 101 : 25-46.

140. Hanihara, T. (1994) Craniofacial continuity and discontinuity of Far Easterns in the Late Pleistocene and Holocene. *J. Hum. Evol.*, 27 : 417-41.

141. Harrisson, B. (1967) A Classification of Stone Age Burials from Niah Great Cave, Sarawak. *Sarawak Museum Journal*, 15 : 126-200.

142. Hawks, J.; Oh, S.; Hunley, K.; Dobson, S.; Cabana, G.; Dayalu, P. & Wolpoff, M.H. (2000) An Australasian test of the recent African origin theory using the WLH-50 calvarium. *J. Hum. Evol.*, 39 : 1-22.

143. Headland, T.N. & Reid, L.A. (1989) Hunter-gatherers and their neighbors from prehistory to the present. *Current Anthropology*, 30 : 43-66.

144. Heaney, L.R. (1985) Zoogeographical evidence for Middle and Late Pleistocene land bridges to the Philippines islands. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 9 : 127-43.

145. Heberer, G. (1963) Uber einen neuen archanthropien typus aus der Oldoway-Schlucht. *Z. Morph. Anthrop.*, 53 : 171-7.

146. Heekeren, H.R. van (1972) *The stone age of Indonesia*. Martinus Nijhoff, The Hague. 311p.

147. Heekeren, H.R. van (1975) Chronology of the Indonesian prehistory. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 1 : 47-51.

148. Hennessy, R.J. & Stringer, C.B. (2002) Geometric Morphometric Study of the Regional Variation of Modern Human Craniofacial Form. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 117 : 37-48.

149. Holloway, J.D. & Hall, R. (1998) SE Asian geology and biogeography: an introduction. *In*: R. Hall & J.D. Holloway (eds.) *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 1-23.

150. Honthaas, C.; Villeneuve, M.; Rehault, J.-P.; Bellon, H.; Cornee, J.-J.; Saint-Marc, P.; Butterlin, J.; Gravelle, M. & Burhanuddin, S. (1997) Kur island: geology of the Eastern flank of the Weber trough (Eastern Indonesia). *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*, 325 : 883-90.

151. Hooijer, D.A. (1950) Fossil evidence of Australomelanesian migrations in Malaysia? *Southwestern Journal of Anthropology*, 6 : 416-22.

152. Hooijer, D.A. (1955) Fossil Proboscidea from the Malay Archipelago and the Punjab. *Zoologische Verhandelingen*, 28 : 1-146.

153. Hooijer, D.A. (1962) Quaternary Langurs and Macaques from the Malay Archipelago. *Zoologische Verhandelingen*, 55 : 1-64.

154. Hooijer, D.A. & Bartstra, G.J. (1995) Fossils and artefacts from south-western Sulawesi (Celebes). *In*: J.R.F. Bower & S. Sartono (eds.) *Evolution and Ecology of Homo erectus.* Pithecanthropus Centennial Foundation, Leiden University, The Netherlands. pp. 80-2.

155. Hope, G. (2001) Environmental change in the Late Pleistocene and later Holocene at Wanda site, Soroako, South Sulawesi, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171 : 129-45.

156. Howell, F.C. (1978) Hominidae. *In*: V. Maglio & H. Cook (eds.) *Evolution of African Mammals*. Harvard University Press, Cambridge. pp. 154-248.

157. Howells, W.W. (1959) *Mankind in the Making*. Mercury Books, London. 382p.

158. Howells, W.W. (1969) Criteria for selection of osteometric dimensions. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 30 : 451-7.

159. Howells, W.W. (1973a) Cranial Variation in Man. A Study by Multivariate Analysis of Patterns of Difference Among Recent Populations. *Papers of The Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University*, 67 : 1-259.

160. Howells, W.W. (1973b) *The Pacific Islanders*. Weidenfeld and Nicolson, London.

161. Howells, W.W. (1976) Physical variation and history in Melanesia and Australia. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 45 : 641-9.

162. Howells, W.W. (1984) Introduction. *In*: G.N. van Vark & W.W. Howells (eds.) *Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Boston, Lancaster. pp. 1-11.

163. Howells, W.W. (1989) Skull shape and the map : craniometric analyses in the dispersion of modern Homo. *Papers of The Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University*, vol. 79 : 1-189.

164. Howells, W.W. (1995) Who's Who in Skulls: Ethnic Identification of Crania from Measurements. *Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Harvard University*, 82 : 1-108.

165. Howells, W.W. (1996) Howells' craniometric data on the Internet. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 101 : 441-2.

166. Hublin, J.J. (1993) Recent Human Evolution in Northwestern Africa. *In*: M.J. Aitken, C.B. Stringer & P.A. Mellars (eds.) *The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric Dating*. Princeton University Press, Princeton. pp. 118-31.

167. Hublin, J.J. & Tillier, A.M. (eds.) (1991) *Aux origines d'Homo sapiens*. PUF, Paris. 404p.

168. Hutchison, C.S. (1989) *Geological evolution of Southeast Asia*. Clarendon Press, Oxford. 368p.

169. Huxley, T.H. (1868) On the classification and distribution of the Alectoromorphae and Heteromorphae. *Proc. Zool. Soc. London*,294-319.

170. Jacob, T. (1967) *Some problems Pertaining to the Racial History of the Indonesian Region.* Drukkerij Neerlandia, Utrecht. 386p.

171. Jacob, T. (1976) Early populations in the Indonesian region. *In*: R.L. Kirk & A.G. Thorne (eds.) *The Origin of the Australians*. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra. pp. 81-93.

172. Jacob, T. (1981) Solo Man and Peking Man . *In*: *Homo erectus: Papers in Honor of Davidson Black*. pp. 87-104.

173. Jones, R. (1992) The human colonisation of the Australian continent. *In*: G. Bräuer & F.H. Smith (eds.) *Continuity or Replacement ? Controversies in Homo sapiens Evolution*. Balkema, Rotterdam . pp. 273-88.

174. Kamminga, J. (1992) New Interpretation of the Upper Cave, Zhoukoudian. *In*: T. Akazawa, K. Aoki & T. Kimura (eds.) *The evolution and dispersal of modern humans in Asia*. Hokusen-Sha, pp. 379-400.

175. Kawahata, H.; Maeda, R. & Ohshima, H. (2002) Fluctuations in Terrestrial-Marine Environments in the Western Equatorial Pacific during the Late Pleistocene. *Quaternary Research*, 57 : 71-81.

176. Kealhofer, L. & Penny, D. (1998) A combined pollen and phytolith record for fourteen thousand years of vegetation change in northeastern Thailand. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 103 : 83-93.

177. Keates, S.G. (1998) A discussion of the evidence for early hominids on Java and Flores. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia.*, 15 : 179-91.

178. Keates, S.G. & Bartstra, G.J. (2001) Observations on Cabengian and Pacitanian artefacts from island Southeast Asia. *Quartär*, 51/52 : 9-32.

179. Kennedy, G.E. (1984) Are the Kow Swamp hominids "archaic"? *Am. J. Phys. Anthrop.*, 65 : 163-8.

180. Kennedy, K.A.; Sonakia, A.; Chiment, J. & Verma, K.K. (1991) Is the Narmada hominid an Indian *Homo erectus*? *Am. J. Phys. Anthrop.*, 86 : 475-96.

181. Kershaw, A.P. (1986) Climatic change and Aboriginal burning in north-east Australia during the last two glacial/interglacial cycles. *Nature*, 322 : 47-9.

182. Kirch, P.V.; Swindler, D.R. & Turner, C.G. 2nd (1989) Human skeletal and dental remains from Lapita sites (1600-500 B.C.) in the Mussau Islands, Melanesia. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 79 : 63-76.

183. Kirk, R.L. (1981) *Aboriginal Man Adapting : The human biology of Australian Aborigines*. Oxford University Press, New York.

184. Kirk, R.L. & Thorne, A.G. (1977) The biology of aboriginal man in Australia. *Journal of human evolution*, 6 : i-ii.

185. Klingenberg, C.P. & McIntyre, G.S. (1998) Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with Procrustes methods. *Evolution*, 52 : 1363-75.

186. Klingenberg, C.P.; McIntyre, G.S. & Zaklan, S.D. (1998) Left-right asymmetry of fly wings and the evolution of body axes . *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 265 : 1255-9.

187. Klingenberg, C.P. (2002) Morphometrics and the role of the phenotype in studies of the evolution of developmental mechanisms. *Gene*, 287 : 3-10.

188. Koenigswald, G.H.R. von (1933) Beitrag zur Kenntnis der fossilen Wirbeltiere Javas I. Teil. *Wetenschappelijke Mededeelingen, Dienst van den Mijnbouw Nederlandsch-Indie*, 23 : 1-185.

189. Koenigswald, G.H.R. von (1935) Die fossilen Säugetierfaunen Javas. *Proc. Kon. Akad. Wet.*, 38 : 188-98.

190. Koenigswald, G.H.R. von (1952) Evidence of a prehistoric Australo-Melanesoid population in Malaya and Indonesia. *Southwestern Journal of Anthropology*, 8 : 92-6.

191. Labuda, D.; Zietkiewicz, E. & Yotova, V. (2000) Archaic lineages in the history of modern humans. *Genetics*, 156 : 799-808.

192. Lahr, M.M. (1996) *The evolution of modern human diversity. A study of cranial variation*. Cambridge University Press, Cambridge. 416p.

193. Lahr, M.M. & Wright, R.V.S. (1996) The question of robusticity and the relationship between cranial size and shape in *Homo sapiens*. *J. Hum. Evol.*, 31 : 157-91.

194. Larick, R.; Ciochon, R.L.; Zaim, Y.; Sudijono; Suminto; Rizal, Y.; Aziz, F.; Reagan, M. & Heizler, M. (2001) Early Pleistocene 40Ar/39Ar ages for Bapang Formation hominins, Central Jawa, Indonesia. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.,* 98 : 4866-71.

195. Larnach, S.L. & Freedman, L. (1964) Sex determination of aboriginal crania from coastal New South Wales, Australia. *Records of the Australian Museum,* 26 : 295-308.

196. Lea, D.W.; Martin, P.A.; Pak, D.K. & Spero, H.J. (2002) Reconstructing a 350 ky history of sea level using planktonic Mg/Ca and oxygen isotope records from a Cocos Ridge core. *Quaternary Science Reviews,* 21 : 283-93.

197. Leakey, L.S.B. (1961) New finds at Olduvai Gorge. *Nature,* 189 : 649-50.

198. Leakey, M.D. & Hay, R.L. (1982) The chronological positions of the fossil hominids of Tanzania. *Coll. Int. CNRS L'*Homo erectus *et la place de l'Homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles.*,753-65.

199. Li, T. & Etler, D.A. (1992) New Middle Pleistocene hominid crania from Yunxian in China. *Nature,* 357 : 404-7.

200. Linsley, B.K. (1996) Oxygen-isotope records of sea level and climate variations in the Sulu Sea over the past 150,000 years. *Nature,* 380 : 234-37.

201. Lumley, M.A. de & Sonakia, A. (1985) Première découverte d'un *Homo erectus* sur le continent indien à Hathnora, dans la moyenne vallée de la Narmada. *L'Anthropologie,* 89 (1) : 13-61.

202. Lynch, J.M.; Wood, C.G. & Luboga, S.A. (1996) Geometric morphometrics in primatology: craniofacial variation in *Homo sapiens* and *Pan troglodytes*. *Folia Primatologica,* 67 : 15-39.

203. Macintosh, N.W.G. (1978) The Tabon cave mandible [with appendix: Dental features of the Tabon mandible, by B.C.W. Barker]. *Archaeology and physical anthropology in Oceania,* 13 : 143-66.

204. Macintosh, N.W.G. & Larnach, S.L. (1972) The persistence of Homo erectus traits in Australian aboriginal crania. *Archaeology and physical anthropology in Oceania,* 7 : 1-7.

205. Maier, W.O. & Nkini, A.T. (1985) The Phylogenetic Position of Olduvai Hominid 9, Especially as Determined From Basicranial Evidence. *In*: E. Delson (ed.) *Ancestors: The Hard Evidence*. Alan R. Liss, Inc., pp. 249-54.

206. Maloney, B.K. (1999) A 10,600 year pollen record from Nong Thale Song Hong, Trang province, south Thailand . *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association* , 18 : 129-37.

207. Marcus, L.F.; Corti, M.; Loy, A.; Naylor, G.J.P. & Slice, D.E. (1996) *Advances in Morphometrics - Proceedings of the NATO Advanced Study Institute*. Plenum, New York. 587p.

208. Mardia, K.V.; Bookstein, F.L. & Moreton, I.J. (2000) Statistical assessment of bilateral symmetry of shapes. *Biometrika,* 87 : 285-300.

209. Marliac, A. & Simanjuntak, H.T. (1996) Preliminary report on the site of Song Gentong, Kabupaten Tulungagung, East Java, Indonesia. *In*: *Southeast Asian Archaeology*. Centre for Southeast Asia Studies, University of Hull. pp. 47-60.

210. Martin, R. & Saller, K. (1957) *Lehrbuch der Anthropologie. In Systematischer Darstellung mit Besonderer Berücksichtigung der Anthropologishen Methoden.* Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 661p.

211. Matsumura, H. (2000) Reconstructing Human Population History of Southeast Asia from Cranial and dental Characteristics Perspective. *Proceedings of the First and Second Symposia on Collection Building and Natural History Studies in Asia, vol. 18: 183-188,* Tokyo.

212. Matsumura, H. & Zuraina, M. (1999) Metric analyses of an early holocene human skeleton from Gua Gunung Runtuh, Malaysia. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 109 : 327-40.

213. Mayr, E. (1942) *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, New York. 334p.

214. Mayr, E. (1944) Wallace's line in the light of recent zoogeographic studies. *Quarterly Review of Biology,* 19 : 1-14.

215. Mayr, E. (1982) *The growth of biological thought. Diversity, evolution and inheritance*. The Bellknap Press of Harvard University Press (Traduction française: 1989) Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité. Librairie Arthème Fayard, 1205p.

216. McFadyen, R.C. & Skarratt, B. (1996) Potential distribution of Chromolaena odorata (siam weed) in Australia, Africa and Oceania. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 59 : 89-96.

217. Meacham, W. (1985) On the improbability of Austronesian origins in South China. *Asian Perspectives,* 26 : 89-106.

218. Meacham, W. (1991) Further considerations of the hypothesized Austronesian Neolithic migrations from South China to Taiwan and Luzon. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association,* 11 : 398-407.

219. Mellars, P. & Stringer, C.B. (eds.) (1989) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh. 800p.

220. Meyerhoff, A.A. (1995) Surge-tectonic evolution of southeastern Asia: a geohydrodynamics approach. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences,* 12 : 145-247.

221. Michaux, B. (1996) The origin of southwest Sulawesi and other Indonesian terranes: a biological view. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 122 : 167-83.

222. Morwood, M.J.; Aziz, F.; O'Sullivan, P.; Nasrudin; Hobbs, D.R. & Raza, A. (1999) Archaeological and palaeontological research in central Flores, east Indonesia: results of fieldwork 1997-98. *Antiquity,* 73 : 273-86.

223. Morwood, M.J.; O'Sullivan, P.B.; Aziz, F. & Raza, A. (1998) Fission-track ages of stone tools and fossils on the east Indonesian island of Flores. *Nature,* 392 : 173-6.

224. Neves, W.A.; Powell, J.F. & Ozolins, E.G. (1999) Modern human origins as seen from the peripheries. *J. Hum. Evol.,* 37 : 129-33.

225. Nguyen Duy & Nguyen Quang Quyen (1966) Early Neolithic skulls in Quynh Van, Nghe An, North Vietnam. *Vertebrata Palasiatica,* 10 : 49-57.

226. Nitecki, M.H. & Nitecki D.V. (eds.) (1994) *Origins of Anatomically Modern Humans*. Plenum Press, New York. 341p.

227. O'Connel, J.F. & Allen, J. (1998) When Did Humans First Arrive in Greater Australia and Why Is It Important to Know ? *Evolutionary Anthropology,* 6 (4) : 132-46.

228. O'Connor, S.; Spriggs, M. & Veth, P. (2002) Excavation at Lene Hara Cave establishes occupation in East Timor at least 30,000-35,000 years ago. *Antiquity,* 76 : 45-50.

229. O' Higgins, P. (1989) Developments in cranial morphometrics. *Folia Primatologica* , 53 : 101-24.

230. O' Higgins, P. (2000) The study of morphological variation in the hominid fossil record: biology, landmarks, & geometry. *Journal of Anatomy*, 197 : 103-20.

231. O' Higgins, P. & Dryden, I.L. (1993) Sexual dimorphism in hominoids: further studies of craniofacial shape differences in Pan, Gorilla and Pongo. *J.Hum.Evol.*, 24 : 183-205.

232. Oota, H.; Kurosaki, K.; Pookajorn, S.; Ishida, T. & Ueda, S. (2001) Genetic Study of the Paleolithic and Neolithic Southeast Asians. *Human Biology*, 73 : 225-31.

233. Oppenheimer, S. & Richards, M. (2001a) Fast trains, slow boats, and the ancestry of the Polynesian islanders. *Science Progress*, 84 : 157-81.

234. Oppenheimer, S.J. & Richards, M. (2001b) Slow boat to Melanesia? *Nature*, 410 : 166-7.

235. Oppenoorth, W.F.F. (1932) *Homo (Javanthropus) soloensis*. Een Plistoceene Mansch van Java. *Wetenscchappetyike Mededeelingen, Dienst Van Den Mijnbouw in Ned. - Indïe*, 20 : 49-75.

236. Oxnard, C.E. (1983) Multivariate statistics in physical anthropology: testing and interpretation. *Z. Morphol. Anthropol.*, 73 : 237-78.

237. Patole, E. & Forestier, H. (2001) Variability of Insulindian lithic industries of Late Pleistocene and early Holocene (Abstract). *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP*, Liège, Belgique.

238. Penny, D. (1999) Palaeoenvironmental analysis of the Sakon Nakhon basin, northeast Thailand: palynological perspectives on climate change and human occupation . *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association*, 18 : 139-49.

239. Pietrusewsky, M. (1984) Metric and non-metric cranial variations in Australian Aboriginal populations compared with populations from the Pacific and Asia. *Occasional papers in Human Biology, 3, Australian Institut of Aboriginal Studies, Canberra*.

240. Pietrusewsky, M. (1990) Craniofacial variation in Australasian and Pacific populations. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 82 : 319-40.

241. Pietrusewsky, M. (1999) A Multivariate Craniometric Study of the Inhabitants of the Ryukyu Islands and Comparisons with Cranial Series from Japan, Asia, and the Pacific. *Anthropological Science*, 107 : 255-81.

242. Pillans, B.; Chappell, J. & Naish, T.R. (1998) A review of the Milankovitch climatic beat: template for Plio-Pleistocene sea-level changes and sequence stratigraphy. *Sedimentary Geology*, 122 : 5-21.

243. Plas, M. van der (2002) *A new model for the evolution of Homo sapiens from the Wallacean islands*.Thèse: undergradute program of the Biology Department of the Leiden University, Leiden. 146p.

244. Ponce de Léon, M.S. & Zollikofer, C.P.E. (2001) Neanderthal cranial ontogeny and its implications for late hominid diversity. *Nature*, 412 : 534-8.

245. Pookajorn, S. (2001) New perspectives for Palaeolithic research in Thailand. *In*: F. Sémah, C. Falguères, D. Grimaud-Hervé & A.M. Sémah (eds.) *Origine des Peuplements et Chronologie des Cultures Paléolithiques dans le Sud-Est Asiatique*. Semenanjung, Paris. pp. 167-87 .

246. Pookajorn, S. & Staff (1991) *Preliminary report of excavations at Moh-Khiew Cave, Krabi Province, Sakai Cave, Trang Province and ethnoarchaeological research of hunter-gatherer group, socalled "Sakai" or "Semang" at Trang Povince (The Hoabinhian Research Project in Thailand)*. Silpakorn University, Bangkok.

247. Pookajorn, S. & Staff (1994) *Final report of excavations at Moh-Khiew Cave, Krabi Province; Sakai Cave, Trang Province and ethnoarchaeological research of hunter-gatherer group, socalled Mani or Sakai or Orang Asli at Trang Povince (The Hoabinhian Research Project in Thailand)*. Silpakorn University, Bangkok.

248. Pope, G.G. (1992) Craniofacial Evidence for the Origin of Modern Humans in China. *Yrbk. Phys. Anthropol.*, 35 : 243-98.

249. Prentice, M.L. & Denton, G.H. (1988) Deep-sea oxygen isotope record, the global ice sheet system, and hominid evolution. *In*: F. Grine (ed.) *The evolutionary history of the robust Australopithecines*. de Gruyter, New York. pp. 383-403.

250. Reis, K.R. & Garong, A.M. (2001) Late Quaternary terrestrial vertebrates from Palawan Island, Philippines. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 171 : 409-21.

251. Relethford, J.H. (2001) *Genetics and the Search for Modern Human Origins*. Wiley-Liss, 252p.

252. Rightmire, G.P. (1979) Cranial remains of *Homo erectus* from beds II and IV, Olduvai Gorge, Tanzania. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 51 : 99-115.

253. Rightmire, G.P. (1983) The Lake Ndutu cranium and early *Homo sapiens* in Africa. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 61 : 245-54.

254. Rightmire, G.P. (1990) *The evolution of Homo erectus : a comparative anatomical studies of an extinct human species*. Cambridge University Press, 260p.

255. Rightmire, G.P. (1996) The human cranium from Bodo, Ethiopia: evidence for speciation in the Middle Pleistocene. *J. Hum. Evol.*, 31 : 21-39.

256. Rightmire, G.P. (2001) Patterns of hominid evolution and dispersal in the Middle Pleistocene. *Quaternary International*, 75 : 77-84.

257. Roberts, R.G.; Jones, R. & Smith, M.A. (1990) Thermoluminescence dating of a 50000-year old human occupation site in northern Australia. *Nature*, 345 : 153-56.

258. Roberts, R.G.; Jones, R.; Spooner, N.A.; Head, M.J.; Murray, A.S. & Smith, M.A. (1994) The human colonization of Australia: optical dates of 53,000 and 60,000 years bracket human arrival at Deaf Adder Gorge, Northern Territory. *Quaternary Geochronology*, 13 : 575-83.

259. Rohlf, F.J. (1990a) Morphometrics. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21 : 299-316.

260. Rohlf, F.J. (1990b) Rotational fit (Procrustes) methods. *In*: F.J. Rohlf & F.L. Bookstein (eds.) *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. University of Michigan Musuem of Zoology, Ann Arbor. pp. 227-36.

261. Rohlf, F.J. (1996) Morphometric spaces, shape components, and the effects of linear transformations. *In*: L.F. Marcus, M.Corti, A. Loy, G.J.P. Naylor & D.E.Slice (eds.) *Advances in Morphometrics*. Plenum Press, New York. pp. 117-29.

262. Rohlf, F.J. (1999) Shape statistics: Procrustes superimpositions and tangent spaces. *Journal of Classification*, 16 : 197-223.

263. Rohlf, F.J. & Bookstein, F.L. (1990) *Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop*. The University of Michigan Museum of Zoology, Ann Arbor. 380p.

264. Rohlf, F.J. & Slice, D. (1990) Extensions of the procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Systematic Zoology*, 39 : 40-59.

265. Rohlf, J. & Marcus, L. (1993) A Revolution in Morphometrics. *Trends in Ecology and Evolution*, 8 : 129-32.

266. Saitou, N. (1991) Satistical methods for phylogenetic tree reconstruction. *In*: C.R. Rao & R. Chakraborty (eds.) *Handbook of statistics*. Elsevier Science Publishers, pp. 317-46.

267. Saitou, N. & Nei, M. (1987) The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Evol.*, 4 : 406-25.

268. Sangvichien, S.; Sirigaroon, P.; Jorgensen, J.B. & Jacob, T. (1969) *Archaeological Excavations in Thailand. Vol. III: Ban Kao, part II: The Prehistoric Thai Skeletons. (Appendix: The Mesolithic Remains from Sai Yok)*. Munksgaard, Copenhagen. 47p.

269. Santa Luca, A.P. (1980) The Ngandong Fossil Hominids. A Comparative Study of a Far Eastern *Homo erectus* Group. *Department Of Anthropology Yale University, New Heaven (CO)*,1-175.

270. Sartono, S. (1979) The age of the vertebrate fossils and artefacts from Cabenge in South Sulawesi, Indonesia. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 5 : 65-81.

271. Sémah, A.M. (1982) Variations de la végétation au Plio-Pléistocène sur les sites de Sangiran et Sambungmacan (Java central) par l'analyse pollinique. *Coll. Int. CNRS L'Homo erectus et la place de l'Homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles.*,559-77.

272. Sémah, A.M. (1993) Le Pithécanthrope et la forêt. *In*: F. Sémah & D. Grimaud-Hervé (coord.) *Le Pithécanthrope de Java. A la découverte du chaînon manquant*. Les Dossiers d'Archéologie, pp. 50-5.

273. Sémah, A.M. & Chacornac, M. (2000) Premiers signes de l'influence de l'homme sur la végétation au centre de Java durant l'Holocène. *Colloque International: "Les hominidés et leurs environnements: histoire et interactions". Poitiers, 18-20 septembre, poster, res. comm.*,57.

274. Sémah, A.M.; Sémah, F.; Moudrikah, R.; Fröhlich, F. & Djubiantono, T. (2002) A late Pleistocene an Holocene sedimentary record in Central Java and its palaeoclimatic significance. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia.* , 17 : (sous presse).

275. Sémah, F. (1986) Le peuplement ancien de Java. Ebauche d'un cadre chronologique. *L'Anthropologie*, 90 : 359-400.

276. Sémah, F.; Saleki, H.; Falguères, C.; Féraud, G. & Djubiantono, T. (2000) Did Early Man reach Java during the Late Pliocene? *Journal of Archaeological Science*, 27 : 763-9.

277. Sémah, F.; Sémah, A.M.; Djubiantono, T. & Simanjuntak, H.T. (1992) Did they also make stone tools? *J. Hum. Evol.*, 23 : 439-45.

278. Sémah, F.; Sémah, A.M.; Falguères, C.; Détroit, F.; Gallet, X.; Hameau, S.; Moigne, A.M. & Simanjuntak, H.T. (2002) The significance of the Punung karstic area (Eastern Java) for the chronology of the Javanese Palaeolithic, with special reference to the Song Terus cave. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia*, 17 : (sous presse).

279. Shen, G. (2001) Recent results on the dating of key Hominid fossil sites in China. *In*: F. Sémah, C. Falguères, D. Grimaud-Hervé & A.M. Sémah (eds.) *Origine des peuplements et chronologie des cultures paléolithiques dans le sud-est asiatique*. Semenanjung, Paris. pp. 129-37 .

280. Shen, G.; Ku, T.L.; Cheng, H.; Edwards, R.L.; Yuan, Z. & Wang, Q. (2001) High-precision U-series dating of Locality 1 at Zhoukoudian, China. *J. Hum. Evol.*, 41 : 679-88.

281. Shutler, R. (1995) Hominid cultural evolution as seen from the archaeological evidence in Southeast Asia. *Conference papers on archaeology in Southeast Asia, Hong Kong*.

282. Simanjuntak, T. (ed.) (2002) *Gunung Sewu in Prehistoric Times*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 296p.

283. Simanjuntak, T.; Sémah, F. & Sémah, A.M. (1998) Chronologie de la préhistoire indonésiennes. Recherches récentes sur le Montagnes du Sud de Java. *In*: P.Y. Manguin (ed.) *Southeast Asian Archaeology 1994*. University of Hull.

284. Simpson, G.G. (1977) Too many lines: The limits of the Oriental and Australian zoogeographic regions. *Proc. Am. Phil. Soc.,* 121 : 107-20.

285. Slice, D.E. (2001) Landmark coordinates aligned by Procrustes analysis do not lie in Kendall's shape space. *Systematic Biology,* 50 : 141-9.

286. Smith, F.H. (1993) Models an Realities in Modern Human Origins: The African Fossil Evidence. *In*: M.J. Aitken, C.B. Stringer & P.A. Mellars (eds.) *The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric Dating*. Princeton University Press, Princeton . pp. 234-48.

287. Smith, P. (1979) Dental reduction selection or drift ? *Paper presented at the 5th Internat. Symp. On Dental Morphology, Turku, Finland*.

288. Smith, P.; Brown, T. & Wood, W.B. (1981) Tooth size and morphology in a recent australian aboriginal population from Broadbeach, South East Queensland. *Am. Journ. of Phys. Anthrop.,* 55(4) : 423-32.

289. Solheim, W.G.I. (1976) Reflections on the new data of southeast Asian prehistory: Austronesian origin and consequence. *Asian perspectives,* 18 : 146-60.

290. Solheim, W.G.I. (2002) Communication orale. *Roundtable on Austronesian Origins and Dispersal History. 17th Congress of the IPPA, Taipei, Taiwan*.

291. Sonakia, A. (1985) Early Homo From Narmada Valley, India. *In*: E. Delson (ed.) *Ancestors: The Hard Evidence*. Alan R. Liss, Inc., New York. pp. 334-38.

292. Song, E. & Shen, C. (1999) The Dulong of Southwestern China. *In*: R.B. Lee & R. Daly (eds.) *The Cambridge Encyclopedia of Hunters and Gatherers*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 303-6.

293. Spriggs, M. (1989) The dating of the Island Southeast Asian Neolithic: an attempt at chronometric hygiene and linguistic correlation. *Antiquity,* 63 : 587-613.

294. Spriggs, M. (1991) Considering Meacham's considerations on Southeast Asia. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association,* 11 : 408-11 .

295. Spriggs, M. (1996) What is Southeast Asian about Lapita? *In*: T. Akazawa & E.J.E. Szathmary (eds.) *Prehistoric Mongoloid Dispersals*. Oxford Univesity Press, Oxford. pp. 324-48.

296. Spriggs, M. (2000) Out of Asia: The spread of Southeast Asian Pleistocene and Neolithic maritime cultures in Island Southeast Asia and the Western Pacific. *Modern Quaternary Research in Southeast Asia,* 16 : 51-75.

297. Steenis, C.G.G.J.v. & Schippers-Lammertse, A.F. (1965) Concise Plant-Geography of Java. *In*: C.A. Backer & R.C. van den Brink (eds.) *Flora of Java (vol. 2)*. pp. 1-72.

298. Stein Callenfels, P.V. van (1932) Note préliminaire sur les fouilles dans l'abri-sous-roche du Guwa Lawa à Sampung. *In*: *Hommage du service archéologique des Indes Néerlandaises au 1er Congrès des Préhistoriens d'Extrême-Orient à Hanoi.* Albrecht, Batavia. pp. 25-9.

299. Storm, P. (1995) The evolutionary significance of the Wajak skulls. *Scripta Geologica 110 : Nationaal Natuurhistorisch Museum.*,1-247.

300. Storm, P. (2001) The evolution of humans in Australasia from an environmental perspective. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 171 : 363-383.

301. Strauss, R.E. & Bookstein, F.L. (1982) The truss: body form reconstruction in morphometrics. *Systematic Zoology,* 31 : 113-35.

302. Stringer, C. (2002) Modern human origins: progress and prospects. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.,* 357 : 563-79.

303. Stringer, C.B. (1987) A numerical cladistic analysis for the genus Homo. *J. Hum. Evol.,* 16 : 135-46.

304. Stringer, C.B. (1989) The origin of early modern humans : A comparison of the European and non-European evidence. *In*: P. Mellars & C.B. Stringer (eds.) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh. pp. 232-44.

305. Stringer, C.B. (1992) Replacement, continuity and the origin of *Homo sapiens*. *In*: G. Bräuer & F.H. Smith (eds.) *Continuity or Replacement ? Controversies in Homo sapiens Evolution*. Balkema, Rotterdam . pp. 9-24.

306. Stringer, C.B. (1993) Reconstructing Recent Human Evolution. *In*: M.J. Aitken, C.B. Stringer & P.A. Mellars (eds.) *The Origin of Modern Humans and the Impact of Chronometric Dating*. Princeton University Press, Princeton. pp. 179-95.

307. Stringer, C.B. (1998) A metrical study of the WLH-50 calvaria. *J. Hum. Evol.,* 34 : 327-32.

308. Stringer, C.B. & Andrews, P. (1988) Genetic and fossil evidence for the origin of modern humans. *Science,* 239 : 1263-8.

309. Stringer, C.B. & McKie, R. (1997) *African Exodus : The Origin of Modern Humanity*. Henry Holt, 267p.

310. Summerhayes, G.R. (2001) Far Western, Western, and Eastern Lapita: A Re-Evaluation. *Asian Perspectives,* 39 : 109-38.

311. Sun, X.; Li, X.; Luo, Y. & Chen, X. (2000) The vegetation and climate at the last glaciation on the emerged continental shelf of the South China Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 160 : 301-16.

312. Suparan, P.; Dam, R.A.C.; van der Kaars, S. & Wong, T.E. (2001) Late Quaternary tropical lowland environments on Halmahera, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 171 : 229-58.

313. Suzuki, H. & Hanihara, K. (eds.) (1982) *The Minatogawa Man. The Upper Pleistocene Man from the Island of Okinawa*. University of Tokyo Press, Tokyo. 208p.

314. Swisher, C.C.; Curtis, G.H.; Jacob, T.; Getty, A.G.; Suprijo, A. & Widiasmoro (1994) Age of the Earliest Known Hominids in Java, Indonesia. *Science,* 263 : 1118-21.

315. Swisher, C.C.; Rink, W.J.; Anton, S.C.; Schwarcz, H.P.; Curtis, G.H.; Suprijo, A. & Widiasmoro (1996) Latest Homo erectus of Java : Potential Contemporaneity with *Homo sapiens* in Southeast Asia. *Science,* 274 : 1870-74.

316. Takahata, N.; Lee, S.H. & Satta, Y. (2001) Testing multiregionality of modern human origins. *Mol. Biol. Evol.,* 18 : 172-83.

317. Tanudirjo, D. (1998) Archaeological research in the northeastern Indonesia Archipelago (Abstract). *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association,* 17 : 74-5.

318. Tarling, N.ed. (1992) *The Cambridge history of Southeast Asia (2 vol.)*. Cambridge University Press, Cambridge. 663p.

319. Tattersall, I. (1986) Species Recognition in Human Paleontology. *J. Hum. Evol.,* 15 : 165-75.

320. Tattersall, I. (1992) Species concepts and species identification in human evolution. *J. Hum. Evol.,* 22 : 341-9.

321. Tattersall, I. (2000) Paleoanthropology: The Last Half-Century. *Evolutionary Anthropology,* 4 : 2-16.

322. Terrell, J.E. (1988) History as a family tree, history as an entangled bank: constructing images and interpretations of prehistory in the South Pacific. *Antiquity,* 62 : 642-57 .

323. Terrell, J.E. (1996) Book Review: *Prehistoric Mongoloid Dispersals*. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 101 : 547-8 .

324. Terrell, J.E. (2001) Exploring the entangled bank. Systematic research on the Sepik coast of New Guinea. *Society for American Archaeology Symposium - Systematic Approaches to Understanding Landscape and Subsistence in Pacific Islands Prehistory. (J. Field & J.L. Perry, org.) New Orleans, April 22, 2001 (revised),*1-8.

325. Terrell, J.E.; Kelly, K.M. & Rainbird, P. (2001) Foregone Conclusions? In search of "Papuans" and "Austronesians". *Current Anthropology,* 42 : 97-124.

326. Terrell, J.E. & Welsch, R.L. (1997) Lapita and the temporal geography of prehistory. *Antiquity,* 71 : 548-72.

327. Theunissen, B.; Vos, J. de; Sondaar P. Y. & Aziz, F. (1990) The establishement of a chronological framework for the hominid-bearing deposits of Java; A historical survey. *In*: L.F. Laporte (ed.) *Establishment of a geologic framework for paleoanthropology*. Geological Society of America Special Paper 242, Boulder, Colorado. pp. 39-54.

328. Thiel, B. (1987) Early settlement of the Philippines, Eastern Indonesia and Australia-New Guinea: A new hypothesis. *Current Anthropology,* 28 : 236-45.

329. Thorne, A.G. (1971) Mungo and Kow swamp: morphological variation in pleistocene Australians. *Mankind,* 8 : 85-9.

330. Thorne, A.G. (1976) Morphological contrasts in Pleistocene Australians. *In*: R.L. Kirk & A.G. Thorne (eds.) *The Origin of the Australians*. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra. pp. 95-111.

331. Thorne, A.G. (1977) Separation or reconcilliation? Biological clues to the development of Australian society. *In*: J. Allen, J. Golson & R. Jones (eds.) *Sunda and Sahul*. Academic Press, London. pp. 187-204.

332. Thorne, A.G. & Macumber, P.G. (1972) Discoveries of late pleistocene man at Kow swamp, Australia. *Nature,* 238 : 316-19.

333. Thorne, A.G. & Wilson, S.R. (1977) Pleistocene and recent Australians: a multivariate comparison. *Journal of human evolution,* 6 : 393-402 .

334. Thorne, A.G. & Wolpoff, M.H. (1981) Regional continuity in Australasian Pleistocene hominid evolution. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 55 : 337-49.

335. Thorne, A.G.; Grün, R.; Mortimer, G.; Spooner, N.A.; Simpson, J.J.; McCulloch, M.; Taylor, L. & Curnoe, D. (1999) Australia's oldest human remains: age of the Lake Mungo 3 skeleton. *J. Hum. Evol.,* 36 : 591-612.

336. Tougard, C. (1998) *Les faunes de grands mammifères du Pléistocène moyen terminal de Thaïlande dans leur cadre phylogénétique, paléoécologique et biochronologique.*Thèse: Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 175p.

337. Tougard, C. (2001) Biogeography and migration routes of large mammal faunas in South-East Asia during the Late Middle Pleistocene: focus on the fossil and extant faunas from Thailand. *Palaeogeography,Palaeoclimatology,Palaeoecology*, 168 : 337-58.

338. Trevor, J.C. & Brothwell, D.R. (1962) The human remains of Mesolithic and Neolithic date from Gua Cha, Kelantan. *Federation Museums Journal*, 7 : 6-22.

339. Underhill, P.A.; Passarino, G.; Lin, A.A.; Shen, P.; Mirazon Lahr, M.; Foley, R.A.; Oefner, P.J. & Cavalli-Sforza, L.L. (2001) The phylogeography of Y chromosome binary haplotypes and the origins of modern human populations. *Ann Hum Genet*, 65 : 43-62.

340. Valentin, F., Détroit, F., & Widianto, H. (2001) Sur l'origine des plus anciennes populations des îles du Pacifique Sud. *Session 16 Préhistoire de l'Asie et de l'Océanie, Session générale, XIVè Congrès de l'UISPP, p. 358 (résumé)*, Liège, Belgique.

341. Van der Kaars, S. & Dam, R. (1997) Vegetation and climate change in West-Java, Indonesia during the last 135,000 years. *Quaternary International*, 37 : 67-71.

342. Van der Kaars, S.; Sémah, A.M.; Penny, D. & Hope, G.S. (2001) The context of the prehistoric settlements: a palaeobotanical approach (abstract). *In*: F. Sémah & C. Falguères (eds.) *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP*. Liège, Belgique.

343. Van der Kaars, S. & De Deckker, P. (2002) A Late Quaternary pollen record from deep-sea core Fr10/95, GC17 offshore Cape Range Peninsula, northwestern Western Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, (sous presse) .

344. Van der Kaars, S.; Wang, X.; Kershaw, P.; Guichard, F. & Arifin Setiabudi, D. (2000) A Late Quaternary palaeoecological record from the Banda Sea, Indonesia: patterns of vegetation, climate and biomass burning in Indonesia and northern Australia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155 : 135-53.

345. Van der Kaars, W.A. & Dam, M.A.C. (1995) A 135,000-year record of vegetational and climatic change from the Bandung area, West-Java, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 117 : 55-72.

346. Van Vark, G.N. (1984) On the Determination of Hominid Affinities. *In*: G.N. van Vark & W.W. Howells (eds.) *Multivariate Statistical Methods in Physical Anthropology*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Boston, Lancaster. pp. 323-49.

347. Vandermeersch, B. (1985) The origin of the Neandertals. *In*: E. Delson (ed.) *Ancestors: The Hard Evidence*. Alan R. Liss, New York. pp. 306-9.

348. Voris, H.K. (2000) Maps of Pleistocene Sea Levels in South East Asia: Shorelines, River Systems, Time Durations. *Journal of Biogeography*, 27 : 1153-68.

349. Vos, J. de (1985) Faunal stratigraphy and correlation of the Indonesian hominids sites. *In*: E. Delson (ed.) *Ancestors : The Hard Evidence*. Liss, New York. pp. 215-20.

350. Vos, J. de (1995) The migration of *Homo erectus* and *Homo sapiens* in Southeast Asia and the Indonesian Archipelago. *In*: J.R.F. Bower & S. Sartono (eds.) *Evolution and Ecology of Homo erectus*. Pithecanthropus Centennial Foundation, Leiden University, The Netherlands. pp. 239-61.

351. Vos, J. de; Sartono S.; Hardja-Sasmita, S. & Sondaar, P.Y. (1982) The fauna from Trinil, type locality of Homo erectus; a reinterpretation. *Geologie en Mijnbouw,* 61 : 207-11.

352. Vos, J. de & Vu The Long (2001) First settlements: relations between continental and insular Southeast Asia. *In*: F. Sémah, C. Falguères, D. Grimaud-Hervé & A.M. Sémah (eds.) *Origine des Peuplements et Chronologie des Cultures Paléolithiques dans le Sud-Est Asiatique*. Semenanjung, Paris. pp. 225-49.

353. Vu The Long; Vos, J. de & Ciochon, R.L. (1996) The fossil mammal fauna of the Lang Trang Caves, Vietnam, compared with Southeast Asian fossil and recent mammal faunas: the geographical implications. *Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association,* 14 : 101-9.

354. Wall, J.D. (2001) Reconstructing the past (Book review). *Trends in Genetics,* 17 : 546-7.

355. Wallace, A.R. (1860) On the zoological geography of the Malay Archipelago. *Journ. Linn. Soc. London,* 4 : 172-84.

356. Wallace, A.R. (1869) *The Malay Archipelago*. Oxford University Press, (1989) Singapore, Oxford, New York. 638p.

357. Wang, Q. (2001) Fossil hominid discoveries in China over the last twenty years. *In*: F. Sémah, C. Falguères, D. Grimaud-Hervé & A.M. Sémah (eds.) *Origine des peuplements et chronologie des cultures paléolithiques dans le sud-est asiatique*. Semenanjung, Paris. pp. 107-27 .

358. Wang, X.; van der Kaars, S.; Kershaw, P.; Bird, M. & Jansen, F. (1999) A record of fire, vegetation and climate through the last three glacial cycles from Lombok Ridge core G6-4, eastern Indian Ocean, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 147 : 241-56.

359. Webb, S. (1990) Cranial thickening in an Australian hominid as a possible palaeoepidemiological indicator. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 82 : 403-11 .

360. Webb, S. (1995) *Palaeopathology of Aboriginal Australians : health and disease across a hunter-gatherer continent*. Cambridge University Press, Cambridge.

361. Weber, G.W. (2001) Virtual anthropology (VA): a call for glasnost in paleoanthropology. *The Anatomical Record,* 265 : 193-201.

362. Weidenreich, F. (1946) *Apes, Giants and Man*. Chicago University Press, Chicago. 122p.

363. Weidenreich, F. (1947) Facts and speculations concerning the origin of *Homo sapiens*. *American Anthropologist,* 49 : 187-203.

364. Weidenreich, F. (1951) Morphology of Solo man. *Anthropological Papers of the American Museum of Natural History,* 43 : 205-90.

365. White, T.D. (1991) *Human Osteology*. Academic Press, San Diego. 455p.

366. Whitten, T.; Soeriaatmadja, R.E. & Afiff, S.A. (1996) *The Ecology of Java and Bali*. Periplus Editions, Singapore. 1028p.

367. Widianto, H. (1993) *Unité et diversité des Hominidés fossiles de Java: présentation de restes humains fossiles inédits*. Thèse. Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, Paris. 284p.

368. Widianto, H. & Détroit, F. (2001) The prehistoric burial customs in Indonesia during Early Holocene: nature and age. (Abstract). *Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period, XIVè Congrès de l'UISPP,* Liège, Belgique.

369. Wilson, M.E.J. & Moss, S.J. (1999) Cenozoic palaeogeographic evolution of Sulawesi and Borneo. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 145 : 303-37.

370. Wolpoff, M.H. (1971) Competitive Exclusion among Lower Pleistocene Hominids: The Single Species Hypothesis. *Man,* 6 : 601-14.

371. Wolpoff, M.H. (1986) Describing anatomically modern *Homo sapiens* : a distinction without a definable difference. *In*: V.V. Novotny & A. Miserova (eds.) *Fossil Man : New Facts, New Ideas. Papers in Honor of Jan Jelinek's Life Anniversary*. Anthropos , Brno. pp. 41-53.

372. Wolpoff, M.H. (1989) Multiregional Evolution : The Fossil Alternative to Eden. *In* : P. Mellars & C.B. Stringer (eds.) *The Human Revolution*. Edinburgh University Press, Edinburgh . pp. 62-108.

373. Wolpoff, M.H. (1996) Interpretations of Multiregional Evolution. *Science,* 274 .

374. Wolpoff, M.H. (1999) *Paleoanthropology (second edition)*. McGraw-Hill, New York. 936p.

375. Wolpoff, M.H. (2000) Multiregional, not multiple origins. *Am. J. Phys. Anthrop.,* 112 : 129-36.

376. Wolpoff, M.H. & Caspari, R. (1996) The modernity mess. *J. Hum. Evol.,* 30 : 167-72.

377. Wolpoff, M.H.; Hawks, J.; Frayer, D.W. & Hunley, K. (2001) Modern human ancestry at the peripheries: a test of the replacement theory. *Science,* 291 : 293-7.

378. Wolpoff, M.H.; Spuhler, J.N.; Smith, F.H.; Radovcic, J.; Pope, G.; Frayer, D.W.; Eckhardt, R. & Clark, G. (1988) Modern Human Origins. *Science,* 241 : 772-73.

379. Wolpoff, M.H.; Thorne, A.G.; Jelinek, J. & Zhang, Y. (1994a) The case for sinking *Homo erectus*. 100 years of *Pithecanthropus* is enough! *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 171 : 341-61.

380. Wolpoff, M.H.; Thorne, A.G.; Smith, F.H.; Frayer, D.W. & Pope, G. (1994b) Multiregional Evolution : A world-Wide source for Modern Human Populations. *In*: M.H. Nitecki & D.V. Nitecki (eds.) *Origins of Anatomically Modern Humans*. Plenum Press, New York. pp. 175-99.

381. Wolpoff, M.H.; Wu, X.Z. & Thorne, A.G. (1984) Modern *Homo sapiens* origins : a general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia. *In*: F.H. Smith & F. Spencer (eds.) *The Origin of Modern Humans : A World Survey of the Fossil Evidence*. Alan R. Liss, New York . pp. 411-83.

382. Wood, B. (1991) *Koobi Fora research project, 4: hominid cranial remains.* Clarendon Press, Oxford. 466p.

383. Wood, B. & Richmond, B.G. (2000) Human evolution: taxonomy and paleobiology. *J Anat,* 196 : 19-60.

384. Woodward, A.S. (1921) A new cave man from Rhodesia, South Africa. *Nature,* 108 : 371-2.

385. Wu, R. (1988) The reconstruction of the fossil human skull from Jinniushan, Yinkou, Liaoning Province and its main features. *Act. Anthrop. Sin.,* 7 : 101.

386. Wu, X. (1990) The evolution of Humankind in China. *Act. Anthrop. Sin.,* 9 : 320-21.

387. Wu, X. (1991) Continuité évolutive des homme fossiles chinois. *In*: J.J. Hublin & A.M. Tillier (eds.) *Aux origines d'*Homo sapiens. PUF, Paris. pp. 157-79.

388. Wu, X. (1992) The origin and dispersal of anatomically modern humans in East and Southeast Asia. *In*: A. Takeru, A. Kenichi & K. Tasuku (eds.) *The evolution and dispersal of modern humans in Asia*. Hokusen-Sha, pp. 373-9.

389. Wu, X. & Poirier, F.E. (1995) *Human Evolution in China*. Oxford University Press, New York, Oxford. 317p.

390. Yi-chuang Lee A. (2002) *Etude préliminaire de l'analyse des micro-usures dentaires sur les Hominidés de Java, Indonésie*. Mémoire de DEA (Quaternaire) du MNHN, Paris.

391. Yin, G.; Falguères, C.; Shen, G. & Lu, Y. (2001) The age of Dali man, China. *XIVème Congrès de l'UISPP, Symposium 16.1 Chronology of southeast Asian Palaeolithic since the late Homo erectus period,*(Résumé).

392. Zeitoun, V. (2000) Révision de l'espèce Homo erectus (Dubois, 1893). Utilisation des Données Morphologiques et Métriques en Cladistique, Reconsidération du Cas Homo erectus. *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris.,* 12(1-2) : 1-200.

393. Zeitoun, V. (2002) Asian Palaeoanthropology: *Homo soloensis* reconsidered ? (Abstract), p. 320. *Session 29: Biological Anthropology in the Asia-Pacific Region. 17th Congress of the IPPA,* Taipei, Taiwan.

394. Zheng, Z. & Lei, Z.Q. (1999) A 400,000 year record of vegetational and climatic changes from a volcanic basin, Leizhou Peninsula, southern China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 145 : 339-62.

395. Zhou, M.; Li, Y. & Wanglinghong (1982) Chronology of the Chinese fossil hominids. *Coll. Int. CNRS L'*Homo erectus *et la place de l'Homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles.*,593-604.

396. Zollikofer, C.P.E. & Ponce de Leon, M.S. (2002) Visualizing patterns of craniofacial shape variation in *Homo sapiens*. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 269 : 801-7.

397. Zollikofer, C.P.E.; Ponce de Léon, M.S. & Martin, R.D. (1998) Computer-assisted paleoanthropology. *Evolutionary Anthropology*, 6 : 41-54.

Liste des Figures

Figure 1. Géographie physique et administrative actuelle de l'Asie du Sud-Est et du nord de l'Australie 14

Figure 2. Plaques tectoniques et principales zones de subduction en Asie du Sud-Est et Océanie de l'ouest 16

Figure 3. Les trois grandes zones paléo-biogéographiques d'Asie du Sud-Est avec un abaissement d'environ 100 m du niveau marin ; la « ligne de Huxley » est la ligne de Wallace modifiée par Huxley 17

Figure 4. Précipitations annuelles et grandes régions climatiques actuelles d'Asie du Sud-Est 19

Figure 5. Synthèse des changements de végétation et de climat dans le bassin de Bandung (Java ouest) depuis environ 135 000 ans 22

Figure 6. Fluctuations du niveau marin moyen au cours du temps 28

Figure 7. Localisation des sites archéologiques les plus anciens de la Wallacea et routes de migrations humaines de la plate-forme de la Sonde à celle de Sahul proposées par Birdsell, 1977 30

Figure 8. Modèle multirégional de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes ; les flèches indiquent les relations (croisements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo* 36

Figure 9. Modèle de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes avec remplacement ; les flèches indiquent les relations (croisements et remplacements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo* 38

Figure 10. Modèle « intermédiaire » de l'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes ; les flèches indiquent les relations (croisements et remplacements) entre les différents groupes chronologiques et géographiques du genre *Homo* 39

Figure 11. Carte des limites linguistiques et localisation des groupes d'hommes chasseurs-cueilleurs 46

Figure 12. Expansion des peuplements austronésiens : répartition actuelle des groupes linguistiques, présentation simplifiée des deux modèles « Southeast Asian Homeland » et « Express train to Polynesia », et période d'arrivée approximative des austronésiens dans chaque région 54

Figure 13. Poteries à motifs incisés et ponctués 57

Figure 14. Localisation des sites de Moh Khiew et Sakai dans leur contexte géologique 60

Figure 15. Plan du site de Moh Khiew et localisation de la zone fouillée 62

Figure 16. Coupe stratigraphique de la zone de fouille 1 de la grotte de Moh Khiew mise en correspondance avec la succession des 5 niveaux archéologiques reconnus 62

Figure 17. Quelques outils sur os et objets ornementaux (une dent perforée et une perle) mis au jour dans les différents niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew 65

Figure 18. Quelques outils lithiques mis au jour dans les différents niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew (la profondeur est spécifiée en cm pour chaque objet) 66

Figure 19. Relevé de la première sépulture mise au jour dans l'abri de Moh Khiew (MKC91 B1) 72

Figure 20. Vue endocrânienne de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 77

Figure 21. Vue supérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 77

Figure 22. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 78

Figure 23. Vue latérale droite de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 78

Figure 24. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 79

Figure 25. Vue occipitale de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 79

Figure 26. Vues postérieure et antérieure de la face supérieure de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) en cours de reconstruction 80

Figure 27. Vue latérale gauche du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 82

Figure 28. Vue latérale gauche du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 82

Figure 29. Vue supérieure du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 83

Figure 30. Vue antérieure du crâne et de la face de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 84

Figure 31. Vues latérales gauche et droite de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 88

Figure 32. Vue supérieure de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 89

Figure 33. Vue inférieure de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 90

Figure 34. Vue occlusale des dents supérieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 92

Figure 35. Vue occlusale des dents inférieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) après la reconstruction de 2000 93

Figure 36. Relevé de la deuxième sépulture mise au jour dans l'abri de Moh Khiew (MKC91 B2) 95

Figure 37. Inventaire du matériel osseux de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 97

Figure 38. Vue latérale droite de la face partiellement reconstruite de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 99

Figure 39. Vue antérieure de la face partiellement reconstruite de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 99

Figure 40. Vues supérieure et latérale gauche de la mandibule partiellement reconstruite de l'individu 2 de Moh Khiew (MKC91 B2) 100

Figure 41. Vue palatine du maxillaire partiellement reconstruit de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91B2) 102

Figure 42. Localisation de la grotte de Tabon dans son contexte géologique 104

Figure 43. Plan de la grotte de Tabon, stratigraphie et outils sur éclats de l'Assemblage III 105

Figure 44. Vue supérieure et latérale droite de la mandibule de la grotte de Tabon (moulage) décrite par Macintosh (1978) 106

Figure 45. Fragment droit de mandibule mis au jour dans la grotte de Tabon (PXIII–T436 Sg19) 108

Figure 46. Fragment gauche de mandibule et M_3 mis au jour dans la grotte de Tabon 110

Figure 47. Comparaison des dimensions (en mm) du fragment gauche de mandibule de Tabon avec des *Homo sapiens* actuels et fossiles d'Asie du Sud-Est (ASE), des *Homo erectus* et des spécimens de *Pongo pygmaeus*. 112

Figure 48. Os frontal et os propres du nez mis au jour dans la grotte de Tabon 114

Figure 49. Fragment de temporal droit (apophyse mastoïdienne, T-188) mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon 116

Figure 50. Fragment d'occipital (T-372) mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon 116

Figure 51. Os humains post-crâniens mis au jour en 2000 dans la grotte de Tabon 118

Figure 52. Localisation dans leur contexte géologique des sites javanais ayant récemment livré des restes humains 124

Figure 53. Cliché photographique de la sépulture mise au jour à Song Gentong 127

Figure 54. Vues antérieure et latérale droite du maxillaire et des dents supérieures de l'*Homo sapiens* fossile de Song Gentong 128

Figure 55. Vues occlusale et antérieure des dents inférieures de l'*Homo sapiens* fossile de Song Gentong 128

Figure 56. Plan général et sections topographiques mettant en évidence les différentes zones fouillées à Gua Lawa 131

Figure 57. Section stratigraphique de la grande tranchée (TT2) de Gua Lawa 132

Figure 58. Relevé de la sépulture mise au jour en 2000 dans la tranchée TT2 de Gua Lawa 134

Figure 59. Vues occlusales de la mandibule et de la portion de maxillaire droit concrétionnées (à gauche ; C et I_2 gauches en médaillon) et des fragments de maxillaire et dents supérieures centrales et gauches (à droite) de la sépulture 1 de Gua Lawa 135

Figure 60. Vues médiale et latérale (de ¾) des fragments droits de corps mandibulaire et de maxillaire de la sépulture 1 de Gua Lawa 136

Figure 61. Cliché photographique de la sépulture 2 de Gua Lawa *in situ* (vue de dessus) 137

Figure 62. Restes cranio-dentaires de la sépulture 2 de Gua Lawa 138

Figure 63. Faces internes des fragments de mandibule et de maxillaire brûlés de la sépulture 2 de Gua Lawa 138

Figure 64. Position structurale des Gunung Sewu et localisation des sites préhistoriques cités dans le texte 139

Figure 65. Industrie des niveaux Terus : racloir et petit outil sur galet 140

Figure 66. Industries des niveaux Keplek, outils sur éclats 141

Figure 67. Industries mises au jour à Goa Braholo 142

Figure 68. Plan et profils de Goa Braholo, emplacements des carrés de fouille et des restes humains mis au jour 144

Figure 69. Coupe stratigraphique « longue » et datations du remplissage de Goa Braholo 145

Figure 70. Relevé et cliché photographique de la sépulture de l'individu 1 de Goa Braholo 147

Figure 71. Vues latérales droite et gauche de la calotte crânienne de l'individu 1 de Goa Braholo après la reconstruction de 1999 148

Figure 72. Vues supérieure et postérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de Goa Braholo après la reconstruction de 1999 149

Figure 73. Vue interne de l'occipital de l'individu 1 de Goa Braholo montrant les os multiples qui le composent 150

Figure 74. Vue supérieure de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo 151

Figure 75. Vue latérale droite de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo 152

Figure 76. Vue inférieure de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo 153

Figure 77. Relevé de la deuxième sépulture de Goa Braholo (BHL2, sépulture II^{aire}) 157

Figure 78. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 159

Figure 79. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 160

Figure 80. Vue latérale droite de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 160

Figure 81. Fragments de maxillaire, de mandibule et dents de l'individu 4 de Braholo 162

Figure 82. Détail des épiphyses d'os longs de l'individu 4 de Goa Braholo présentant des fractures produites sur os frais 164

Figure 83. Vue de face de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo 166

Figure 84. Vue latérale gauche de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo 167

Figure 85. Vue de détail du méplat pré-lambdatique de l'individu 5 de Goa Braholo 167

Figure 86. Vue supérieure de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo 168

Figure 87. Vue postérieure de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo 169

Figure 88. Vues latérale gauche et supérieure de la mandibule de l'individu 5 de Goa Braholo 169

Figure 89. Individu 7 de Goa Braholo 173

Figure 90. Plan de la grotte de Song Keplek avec la localisation des différents carrés de fouille (jusqu'en 1999), coupes longitudinale (A-A') et transversale (B-B') de la cavité 178

Figure 91. Stratigraphie synthétique de Song Keplek 179

Figure 92. Dessin du crâne fragmentaire Song Keplek 1 *in situ* 181

Figure 93. Vue latérale gauche de la totalité des éléments cranio–dentaires de l'individu 1 de Song Keplek (SK1) 182

Figure 94. Vues occipitale et latérale droite de la partie postérieure de la calotte crânienne de l'individu 1 de Song Keplek (SK1) 183

Figure 95. Vue latérale gauche du maxillaire fragmentaire de l'individu 1 de Song Keplek (SK1) 184

Figure 96. Dents supérieures de l'individu 1 de Song Keplek en vue occlusale 184

Figure 97. Fragments crâniens de l'individu 2 de Song Keplek (SK2) 186

Figure 98. Coupes stratigraphiques du carré de fouille LU2 de Song Keplek où a été mise au jour la première sépulture (individu 4 : SK4), à la base du niveau 3 188

Figure 99. Vue d'ensemble du carré LU2 et de la première sépulture mise au jour à Song Keplek (SK4) 189

Figure 100. Relevé de la première sépulture de Song Keplek (SK4 : individu 4) 190

Figure 101. Vue latérale gauche du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 194

Figure 102. Vue latérale droite du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 194

Figure 103. Vue supérieure du crâne de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 195

Figure 104. Vue inférieure du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 195

Figure 105. Vue antérieure du crâne et de la face supérieure de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 196

Figure 106. Vue postérieure du crâne de l'individu 4 de la grotte de Song Keplek (SK4) après la reconstruction de 2000 196

Figure 107. Schéma de la base de l'os temporal droit du crâne de l'individu 4 de Song Keplek 198

Figure 108. Mandibule de l'individu 4 de Song Keplek après la reconstruction de 2000 : vues inférieure, occlusale, latérale droite, latérale gauche, antérieure et postérieure 202

Figure 109. Dents supérieures de l'individu 4 de Song Keplek, vue occlusale 204

Figure 110. Coupes stratigraphiques et vue supérieure des carrés de fouille H9 et I9 de Song Keplek montrant l'emplacement de la seconde sépulture (individu 5 : SK5) mise au jour dans le niveau 3 205

Figure 111. Relevé de la seconde sépulture de Song Keplek, individu 5 (SK5) 207

Figure 112. Crâne et face de l'individu 5 de Song Keplek, *in situ* (septembre 2000) 209

Figure 113. Plan et profils de Song Terus 210

Figure 114. Coupe stratigraphique du sondage KI et position relative des trois niveaux archéologiques 211

Figure 115. Fragment de pariétal (ST97-KI-n° 1695/1696) : vues externe, interne et en coupe 213

Figure 116. Fragment de temporal (ST97–M11–DYD–n° 731) : vue interne, suture pariéto-temporale, vue externe, vue antérieure 214

Figure 117. Relevés de la sépulture de Song Terus 216

Figure 118. Cliché photographique du squelette complet de Song Terus en sépulture 218

Figure 119. Vues détaillées de la sépulture de Song Terus 220

Figure 120. A. Fémurs droit et gauche (vue antérieure) et B. ulnas droite et gauche (vue médiale) de l'individu de Song Terus 223

Figure 121. Vue latérale droite de la mandibule de l'individu de Song Terus 224

Figure 122. Vue de face de la mandibule de l'individu de Song Terus 225

Figure 123. Vue supérieure de la mandibule de l'individu de Song Terus 225

Figure 124. Localisation des sites archéologiques ayant livré les *Homo sapiens* fossiles étudiés dans les analyses morphométriques traditionnelles 240

Figure 125. Carte de l'Asie orientale au Pacifique : détail des sous-ensembles géographiques dans lesquels se répartissent les *Homo sapiens* fossiles étudiés. 244

Figure 126. Localisation des mesures incluses dans l'ACP des dimensions du neurocrâne 252

Figure 127. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (41,9%) et 2 (16,7%) 255

Figure 128. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (16,7%) et 3 (16,4%) 257

Figure 129. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (16,7%) et 5 (8,2%) 260

Figure 130. Localisation des mesures incluses dans l'ACP des dimensions de la face supérieur 263

Figure 131. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (38,3%) et 2 (27,4%) 267

Figure 132. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP1/CP2, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire 268

Figure 133. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (38,3%) et 3 (18,7%) 270

Figure 134. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP1/CP3, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire 272

Figure 135. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (27,4%) et 3 (18,7%) 274

Figure 136. ACP des dimensions de la face supérieure : Projection des fossiles sur le plan CP2/CP3, projection de Song Keplek 5 en individu supplémentaire 275

Figure 137. Localisation des mesures incluses dans la première ACP des dimensions de la mandibule 278

Figure 138. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (66,59%) et 2 (17,78%) 281

Figure 139. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (17,78%) et 3 (9,63%) 284

Figure 140. Localisation des mesures incluses dans la seconde ACP des dimensions de la mandibule 285

Figure 141. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (48,2%) et 2 (19,6%) 288

Figure 142. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Plan CP1 / CP2, projection des individus et représentation des contours des trois morphologies mandibulaires des fossiles d'Asie du Sud-Est mises en évidence sur ce plan 290

Figure 143. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (19,6%) et 3 (17,1%) 292

Figure 144. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures et supérieures : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 1 (73,4%) et 2 (10,4%) 297

Figure 145. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures et supérieures : Poids des variables et projection des individus sur les composantes principales 2 (10,4%) et 3 (4,9%) 298

Figure 146. Les trois étapes fondamentales de la superposition Procrustes (méthode d'ajustement selon les moindres carrés) pour les deux calottes crâniennes Ngandong 12 et KNMER 1813 309

Figure 147. Représentation de l'espace de la forme de Kendall pour des triangles et principe du traitement des données pour l'analyse et la représentation des organismes (ici des triangles) dans un plan euclidien tangent passant par l'individu moyen de la superposition (consensus) 310

Figure 148. Exemple de visualisation des changements de conformation le long de la première composante principale (composante de conformation 1) pour des demi-calottes crâniennes. Chaque demi-calotte comporte 17 points repères en 3 dimensions 312

Figure 149. Etapes successives de l'analyse Procrustes des calottes crâniennes avec reconstruction des points repères para-sagittaux manquants : de la numérisation des calottes complètes à l'Analyse en Composantes Principales des coordonnées réduites des points alignés des demi-calottes. 315

Figure 150. Définition et localisation des 27 points repères utilisés pour la modélisation de la calotte crânienne complète 321

Figure 151. Calottes crâniennes complètes : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP 324

Figure 152. Calottes crâniennes complètes : déformations de la calotte associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP 325

Figure 153. Projection des individus sur le plan défini par la fonction discriminante (« affinités *erectus* »/ « affinités *sapiens* ») et la taille centroïde 328

Figure 154. Changements de conformations extrêmes par rapport à l'individu consensus associés à la fonction discriminante 329

Figure 155. Localisation des points repères retenus pour l'analyse Procrustes du frontal 332

Figure 156. Partie antérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP 334

Figure 157. Partie antérieure de la calotte crânienne : déformations du frontal associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP 335

Figure 158. Partie antérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les variables canoniques 1 et 2 de la *CVA* 338

Figure 159. Partie antérieure de la calotte crânienne : conformations des consensus des trois groupes définis pour l'analyse canonique (individus à « affinités *erectus* » ; *H. sapiens* archaïques et *H. sapiens* anatomiquement modernes) 340

Figure 160. Localisation des points repères retenus pour l'analyse Procrustes de la partie postérieure de la calotte crânienne 341

Figure 161. Partie postérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les composantes principales 1 et 2 de l'ACP 342

Figure 162. Partie postérieure de la calotte crânienne : déformations associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP 343

Figure 163. Partie postérieure de la calotte crânienne : projections des individus sur le plan défini par les variables canoniques 1 et 2 de la *CVA* 347

Figure 164. Phénogramme (*Neighbor-joining*) des distances entre individus obtenues à partir de la matrice de variance-covariance des coordonnées ajustées par superposition Procrustes des points de la partie postérieure de la calotte crânienne 353

Figure 165. Calottes crâniennes des *Homo sapiens* : projection des individus sur le plan défini par les composantes 1 et 2 de l'ACP effectuée sur les résidus de la superposition Procrustes 360

Figure 166. Calottes crâniennes des *Homo sapiens* : déformations associées aux composantes de conformation 1 et 2 de l'ACP 360

Figure 167. Scénario phylogénétique synthétique indiquant les migrations des hominidés anciens en Asie de l'Est et du Sud-Est et leurs relations phylogénétiques avec les hominidés africains 368

Figure 168. Hypothèses sur les mouvements des groupes d'*Homo sapiens* anatomiquement modernes en Asie-Pacifique au cours du Pléistocène supérieur et de l'Holocène 370

Liste des tableaux

Tableau 1. Datation des groupes fauniques javanais et interprétations paléo-géographiques et paléo-environnementales données par Bergh *et al.*, 2001 26

Tableau 2. Liste et attribution des principaux fossiles d'âge Pléistocène moyen et supérieur utilisés pour démontrer l'origine africaine des Homo sapiens anatomiquement modernes 40

Tableau 3. Fossiles pouvant montrer d'éventuels liens évolutifs locaux entre *Homo erectus* et *Homo sapiens* en Chine et en Indonésie 43

Tableau 4. Nature et quantités d'industries lithiques, osseuses et des fragments de poterie mis au jour dans les niveaux archéologiques successifs de la grotte de Moh Khiew 63

Tableau 5. Nature et quantités relatives de restes fauniques (ossements de vertébrés et coquilles de mollusques) et humains mis au jour dans les niveaux archéologiques successifs de la grotte de Moh Khiew 67

Tableau 6. Synthèse des restes humains mis au jour dans les niveaux archéologiques de la grotte de Moh Khiew et datations absolues (^{14}C) de ces niveaux 68

Tableau 7. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) 85

Tableau 8. Dimensions en mm de la face supérieure de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) 86

Tableau 9. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) 91

Tableau 10. Dimensions en mm des dents supérieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) 92

Tableau 11. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 1 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B1) 93

Tableau 12. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 101

Tableau 13. Dimensions en mm des dents supérieures de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 101

Tableau 14. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 2 de la grotte de Moh Khiew (MKC91 B2) 102

Tableau 15. Dimensions en mm du fragment droit de mandibule (Sg19) mis au jour dans la grotte de Tabon 109

Tableau 16. Dimensions en mm du fragment gauche de mandibule mis au jour dans la grotte de Tabon 111

Tableau 17. Dimensions de l'os frontal mis au jour dans la grotte de Tabon 113

Tableau 18. Dimensions en mm de l'épiphyse proximale d'ulna droite mise au jour en 2000 dans la grotte de Tabon 117

Tableau 19. Datation directe de trois fossiles humains de la grotte de Tabon 120

Tableau 20. Liste de tous les restes humains mis au jour dans la grotte de Tabon, datations, et emplacements précis des fossiles exhumés en 2000 121

Tableau 21. Dimensions en mm des dents de l'individu 1 de Gua Lawa (Sampung) 136

Tableau 22. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 1 de Goa Braholo 153

Tableau 23. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 1 de Goa Braholo 154

Tableau 24. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 2 de Goa Braholo après la reconstruction de 2000 158

Tableau 25. Dimensions en mm des dents supérieures et inférieures gauches de l'individu 4 de Braholo 163

Tableau 26. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 5 de Goa Braholo 165

Tableau 27. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 5 de Goa Braholo 170

Tableau 28. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu 5 de Goa Braholo 171

Tableau 29. Dimensions en mm des dents de l'individu 7 de Goa Braholo 174

Tableau 30. Datations absolues (^{14}C) effectuées à Song Keplek 180

Tableau 31. Dimensions des dents supérieures de l'individu 1 de Song Keplek (SK1) 185

Tableau 32. Dimensions en mm de la calotte crânienne de l'individu 4 de Song Keplek 199

Tableau 33. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu 4 de Song Keplek 203

Tableau 34. Dimensions en mm des dents de l'individu 4 de Song Keplek 204

Tableau 35. Dimensions en mm de la mandibule de l'individu de Song Terus (ST1) 227

Tableau 36. Dimensions en mm des dents inférieures de l'individu de Song Terus 228

Tableau 37. Mesures en mm. de quelques fossiles asiatiques selon différents auteurs 235

Tableau 38. Liste des *Homo sapiens* fossiles récemment mis au jour en Asie du Sud-Est et étudiés dans les Analyses en Composantes Principales 239

Tableau 39. Liste des *Homo sapiens* fossiles étudiés dans les analyses morphométriques traditionnelles, la dernière colonne précise la source des mesures utilisées 241

Tableau 40. Liste et définition des variables métriques crâniennes (neurocrâne et face supérieure) relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles 250

Tableau 41. Liste et définition des variables métriques mandibulaires relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles 251

Tableau 42. Liste et définition des variables métriques dentaires relevées pour les analyses morphométriques traditionnelles 251

Tableau 43. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Matrice des corrélations des 6 variables pour les 24 individus 253

Tableau 44. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Valeurs propres des 6 composantes principales 253

Tableau 45. ACP des dimensions de la calotte crânienne : Poids factoriels des variables sur les composantes principales 253

Tableau 46. Moyennes des variables XCB et MFB pour les trois classes chronologiques 259

Tableau 47. Test (MANOVA) de l'effet « âge des fossiles » sur les variables XCB et MFB 259

Tableau 48. ACP des dimensions de la face supérieure : Matrice des corrélations des 5 variables pour les trente individus 265

Tableau 49. ACP des dimensions de la face supérieure : Valeurs propres des 5 composantes principales 265

Tableau 50. ACP des dimensions de la face supérieure : Poids factoriels des variables sur les composantes principales 265

Tableau 51. Première ACP des dimensions de la mandibule : Matrice des corrélations des 4 variables pour les 15 individus et les 2 moyennes 280

Tableau 52. Première ACP des dimensions de la mandibule : Valeurs propres des 4 composantes principales 280

Tableau 53. Première ACP des dimensions de la mandibule : Poids factoriels des variables sur les composantes principales 280

Tableau 54. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Matrice des corrélations des 6 variables pour les 9 individus et les 2 moyennes 287

Tableau 55. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Valeurs propres des 6 composantes principales 287

Tableau 56. Seconde ACP des dimensions de la mandibule : Poids factoriels des variables sur les composantes principales 287

Tableau 57. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Matrice des corrélations des 8 variables pour les 18 individus et les 7 moyennes 295

Tableau 58. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Valeurs propres des 4 premières composantes principales 295

Tableau 59. ACP des dimensions bucco-linguales des prémolaires et des deux premières molaires inférieures (MDB) et supérieures (MX) : Poids factoriels des variables sur les composantes principales 295

Tableau 60. Nomenclature des points repères ou points homologues 306

Tableau 61. Homo sapiens fossiles d'Asie et d'Australie : liste détaillée des spécimens numérisés pour les analyses Procrustes 317

Tableau 62. Hominidés fossiles anciens d'Asie : liste détaillée des spécimens numérisés pour les analyses Procrustes 318

Tableau 63. Individus de comparaison : liste détaillée des spécimens fossiles non-asiatiques et/ou sub-actuels numérisés pour les analyses Procrustes 319

Tableau 64. Description des 27 points repères numérisés sur les calottes crâniennes 320

Tableau 65. Calottes crâniennes complètes : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les composantes de l'ACP effectuée sur les résidus issus de la superposition Procrustes 322

Tableau 66. Contribution des dix composantes principales à la fonction discriminante « affinités *erectus* »/ « affinités sapiens » et coefficients pour cette fonction 327

Tableau 67. Analyse de l'os frontal : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les 5 premières composantes de l'ACP 333

Tableau 68. Détail des groupes de spécimens utilisés dans l'Analyse des variables canoniques du frontal 337

Tableau 69. Analyse de la partie postérieure de la calotte : valeurs propres et pourcentages de la variance totale exprimés par les 5 premières composantes de l'ACP 344

Tableau 70. Détail des groupes de spécimens utilisés dans l'Analyse des variables canoniques de la partie postérieure de la calotte crânienne 346

Tableau 71. Tableau synthétique des sépultures humaines décrites dans ce travail 364

Tableau 72. Tableau synthétique des sépultures humaines décrites dans ce travail (suite) 365

Table des matières

Introduction **7**

Brève histoire de la paléoanthropologie en Asie du Sud-Est 7
Origine et évolution des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : état de la question 8
Le cadre d'étude 9
Homo sapiens fossiles d'Asie du Sud-Est : nouvelles descriptions 10
Analyses morphométriques des *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est 11

Chapitre 1 L'Asie du Sud-Est : terres et hommes **13**

1. L'Asie du Sud-Est d'hier à aujourd'hui 13

1.1. Présentation géologique et géographique 13

1.1.1. Limites et contours actuels 13
1.1.2. Histoire géologique 14
a. La plate-forme de la Sonde 15
b. La plate-forme de Sahul 16
c. La zone de Wallace (Wallacea) 17

1.2. Contexte environnemental 18

1.2.1. L'évolution du climat 18
a. Climats actuels 18
b. Climats anciens 20
1.2.2. La flore 21
1.2.3. La faune 23

1.3. Eustatisme et migrations humaines 27

1.3.1. Connexions terrestres probables et improbables 28
1.3.2. Spécificités de la zone de Wallace 29
a. Les premiers passages humains dans la zone de Wallace 30
b. Influence de l'eustatisme sur les comportements humains : quelques hypothèses 32

2. Les hommes en Asie du Sud-Est 34

2.1. L'origine des *Homo sapiens* anatomiquement modernes 35

2.1.1. Origine africaine récente ou radiations plus anciennes ? 35
a. Modèle multirégional 36
b. Out of Africa 37
c. Modèles intermédiaires 39
2.1.2. Les arguments paléoanthropologiques : les « fossiles de transition » entre *Homo erectus* et *Homo sapiens* 39
Les fossiles africains 40
Europe 42
Asie de l'Est et du Sud-Est 43

2.2. Développement et évolution des *Homo sapiens* au Pléistocène supérieur et à l'Holocène 45

2.2.1. Les populations actuelles : quelques points de repère 45
2.2.2. Les *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : interprétation du registre fossile avant ce travail 48
2.2.2.1. Quelques découvertes anciennes « à affinités australo-mélanésiennes » 49
a. Gua Cha (Malaisie) 49
b. Wajak (Java, Indonésie) 50
c. Les fossiles holocènes de Flores 50
d. Autres découvertes indonésiennes anciennes 50
2.2.2.2. Quelques découvertes indonésiennes anciennes « à affinités mongoloïdes » 51
2.2.2.3. Une hypothèse : le remplacement des « Australo–Mélanésiens » par les « Mongoloïdes du Sud » 51
2.2.3. Ancêtres ou voisins ? Le rôle des populations anciennes d'Asie du Sud-Est dans l'origine et l'histoire des « Austronésiens » 53

Chapitre 2 *Homo sapiens* fossiles d'Asie du Sud-Est : nouvelles descriptions 59

1. La grotte de Moh Khiew (Thaïlande) 59

1.1. Introduction 59

1.2. Présentation du site 61

a. Localisation géographique et contexte géologique 61
b. Les niveaux d'occupation humaine : contexte culturel 62
c. Datations absolues et estimation de l'âge des restes humains 68

1.3. Première sépulture : MKC'91 B#1 70

1.3.1. Position et caractères généraux de la sépulture 70
Mobilier associé au squelette 73
1.3.2. Description des ossements 73
Inventaire du matériel 73
Restes cranio-dentaires 73
Travail de restauration 76
Description morphologique et métrique du crâne et de la face 81
Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1 94

1.4. Deuxième sépulture : MKC'91 B#2 95

1.4.1. Position et caractères généraux de la sépulture 96
1.4.2. Restes cranio-dentaires : restauration et description 96

2. La grotte de Tabon (Palawan, Philippines) 103

2.1. Introduction 103

2.2. Des niveaux d'occupation et des restes humains 103

Contexte archéologique 103
La « Mandibule de Tabon » (Macintosh, 1978) 106

2.3. Les fossiles humains de Tabon : découvertes anciennes… étude récente 107

2.3.1. Le fragment droit de mandibule de Tabon (Sg 19) 107
2.3.2. Le fragment gauche de mandibule de Tabon 109
2.3.3. Le frontal de Tabon 113

2.4. Onze nouveaux fossiles humains 115

2.4.1. Os crâniens 115
2.4.2. Os post-crâniens 117

2.5. Datations directes des restes humains 119

2.6. Nombre d'individus et affinités des restes humains de Tabon 120

3. Les sites de Java Est 123

3.1. Introduction 123

3.2. Song Gentong (Tulungagung) 125

3.2.1.1. Présentation du site 125
3.2.1.2. Restes humains fossiles 126
3.2.1.3. Les restes humains de Song Gentong : synthèse 129

3.3. Gua Lawa (Sampung) 130

3.3.1. Données archéologiques des nouvelles fouilles (1999-2001) 130
3.3.2. Nouveaux restes humains fossiles 132
a. Sépulture 1 de Gua Lawa (tranchée TT2, carré KI) 133

Description de la sépulture 133
Description des restes cranio-dentaires 135
b. Sépulture 2 de Gua Lawa (tranchée TT2, carré KII) 137

3.4. Les *Gunung Sewu* 139

3.4.1. Goa Braholo (Wonosari) 143
3.4.1.1. Présentation du site 143
3.4.1.2. Présentation des restes humains fossiles 146
a. Individu 1 : sépulture primaire 146
Description du neurocrâne 150
Description de la mandibule 151
Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1 de Braholo 154
b. Individu 2 : sépulture secondaire 155
Description de la sépulture 155
Description du neurocrâne 158
Observation sur l'âge et le sexe de l'individu 2 de Braholo 161
c. Individu 3 161
d. Individu 4 : sépulture primaire 162
e. Individu 5 : sépulture secondaire 165
Description de la calotte crânienne 165
Description de la mandibule 170
Description des dents 171
Observation sur l'âge et le sexe de l'individu 5 de Braholo 171
f. Individu 6 : sépulture primaire 172
g. Individu 7 173
h. Individu 8 174
i. Restes humains isolés 175
3.4.2. Song Keplek (Punung) 177
3.4.2.1. Présentation générale 177
3.4.2.2. Les niveaux d'occupation humaine : datations absolues et estimation de l'âge des restes humains 178
3.4.2.3. Présentation des restes humains fossiles 181
a. Song Keplek 1 181
Conservation 181
Description morphologique et dimensions 182
Observations sur le sexe et l'âge de SK1 185
b. Song Keplek 2 186
c. Song Keplek 3 187
d. Song Keplek 4 (sépulture 1, fléchie) 188
Position et caractères généraux de la sépulture 188
Description de la sépulture 189
Description des ossements 191
Observations sur le sexe et l'âge de SK4 204
e. Song Keplek 5 (sépulture 2, étendue) 205
Position et caractères généraux de la sépulture 206
Description de la sépulture 206
Description des ossements 208
3.4.3. Song Terus (Punung) 210
3.4.3.1. Présentation du site 210
3.4.3.2. Présentation des restes humains fossiles isolés 213
a. Fragment de pariétal 213
b. Fragment de temporal 214
c. Les dents 214
3.4.3.3. Présentation de la sépulture 215
a. Description de la sépulture 215
b. Faune, Flore et outillage associés au squelette 217
c. Restauration et description des os humains 221
Squelette post-crânien : quelques observations préliminaires 222
Crâne et dents 224
Observations sur l'âge et le sexe de l'individu 1 de Song Terus 229

Chapitre 3 Analyse Morphométrique des *Homo sapiens* Fossiles 231

1. Introduction 231

1.1. Analyse de données morphométriques nouvelles et inédites 232

1.2. Choix des méthodes statistiques mises en oeuvre 232

1.3. Exploitation des données dans un cadre « connu » 234

1.3.1. Disponibilité des données de comparaison 234
1.3.2. Confrontation des résultats avec ceux des travaux antérieurs 236

2. Matériel 237

2.1. Exclusion des *Homo erectus* 237

2.2. Les *Homo sapiens* 238

2.2.1. Données métriques inédites (nouveaux fossiles) 238
2.2.2. Données métriques des fossiles de comparaison 241
2.2.3. Répartition chronologique et géographique de l'échantillon 243
2.2.3.1. Détermination des aires géographiques 243
2.2.3.2. Détermination des sous-ensembles chronologiques 245
2.2.3.3. Contraintes inhérentes aux petits effectifs et au dimorphisme sexuel 246

3. Méthodes 247

3.1. Les méthodes d'analyse 247

3.1.1. Buts poursuivis 247
3.1.2. L'Analyse en Composantes Principales, quelques rappels 247

3.2. Les variables analysées 249

4. Analyses 252

4.1. Le neurocrâne : ACP des dimensions de la calotte crânienne 252

4.1.1. Les variables 252
4.1.2. Les individus 254
4.1.3. L'analyse 254
4.1.3.1. Plan CP1/CP2 255
4.1.3.2. Plan CP2/CP3 257
4.1.3.3. Plan CP2/CP5 261

4.2. La face : ACP des dimensions de la face supérieure et de la mandibule 262

4.2.1. Analyse des dimensions de la face supérieure 262
4.2.1.1. Les variables 262
4.2.1.2. Les individus 264
4.2.1.3. L'analyse 264
a. Plan CP1/CP2 266
b. Plan CP1/CP3 270
c. Plan CP2/CP3 273
4.2.2. Analyses en Composantes Principales des dimensions de la mandibule 276
4.2.2.1. Première ACP : morphologie générale de la mandibule 278
a. Les variables 278
b. Les individus 279
c. L'analyse 279
4.2.2.2. Seconde ACP : analyse détaillée de quelques fossiles 285
a. Les variables 285
b. Les individus 285
c. L'analyse 286

4.3. Les dents : ACP des dimensions dentaires 293

4.3.1. Les variables 294
4.3.2. Les individus 294
4.3.3. Plan CP1 / CP2 296
4.3.4. Plan CP2/CP3 298

Chapitre 4 Evolution des conformations crâniennes depuis le Pléistocène inférieur 301

1. Introduction 301

2. Apports des méthodes de la morphométrie géométrique, quelques rappels 303
a. Distinction de la taille et de la conformation 303
b. Définition des points repères et géométrie des organismes étudiés 303
c. Analyse statistique des conformations 304
d. Visualisation graphique des résultats 304

3. Méthodes 305

3.1. Typologie et choix des points repères 305

3.2. Superpositions Procrustes (*GPA*) 307

3.2.1. Buts de la superposition Procrustes 307
3.2.2. Les étapes de la superposition Procrustes 308
3.2.3. Particularités des données issues des superpositions 309

3.3. Analyses statistiques et représentations graphiques 311

3.4. Traitement des points manquants 314

4. Matériel 316

5. Analyse de la calotte crânienne complète 320

5.1. Définition des points repères 320

5.2. Analyse en Composantes Principales 322

Déformations associées aux composantes principales 1 et 2 323
Position des individus sur le plan CP1/CP2 326

5.3. Discrimination des *Homo sapiens* des hominidés plus anciens 327

6. Analyses de portions limitées de la calotte crânienne 332

6.1. Partie antérieure de la calotte : analyse de l'os frontal 332

6.1.1. Analyse en Composantes Principales 333
6.1.2. Analyse canonique (*Canonical Variate Analysis, CVA*) 337

6.2. Partie postérieure de la calotte 341

6.2.1. Analyse en composantes principales 341
6.2.2. Analyse canonique (*Canonical Variate Analysis, CVA*) 346

Chapitre 5 Synthèse et conclusion générale **349**

1. L'origine des premiers *Homo sapiens* en Asie-océanie 349

1.1. La transition évolutive africaine 350

1.2. L'absence de lien évolutif local en Asie du Sud-Est - Australie 354

1.3. Le cas des *Homo sapiens* chinois anciens 356

2. Les *Homo sapiens* fossiles en Asie-Océanie 357

2.1. Résultats des comparaisons morphologiques 357

2.2. Résultats des analyses morphométriques 359

2.2.1. Analyse du neurocrâne 359
Morphométrie géométrique 359
Morphométrie traditionnelle 361
2.2.2. Analyse de la face supérieure 362
2.2.3. Analyse de la mandibule 362
2.2.4. Analyse des dents 363

2.3. Les arguments culturels : pratiques funéraires 364

3. Conclusion générale : une histoire des peuplements humains en Asie du Sud-Est 367
Des *Homo erectus* aux *Homo sapiens* archaïques chinois 367
L'arrivée des premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes 369
Perspectives 371

Références bibliographiques 373

Liste des figures 397

Liste des tableaux 404

Annexes

ANNEXES

Localisation géographique

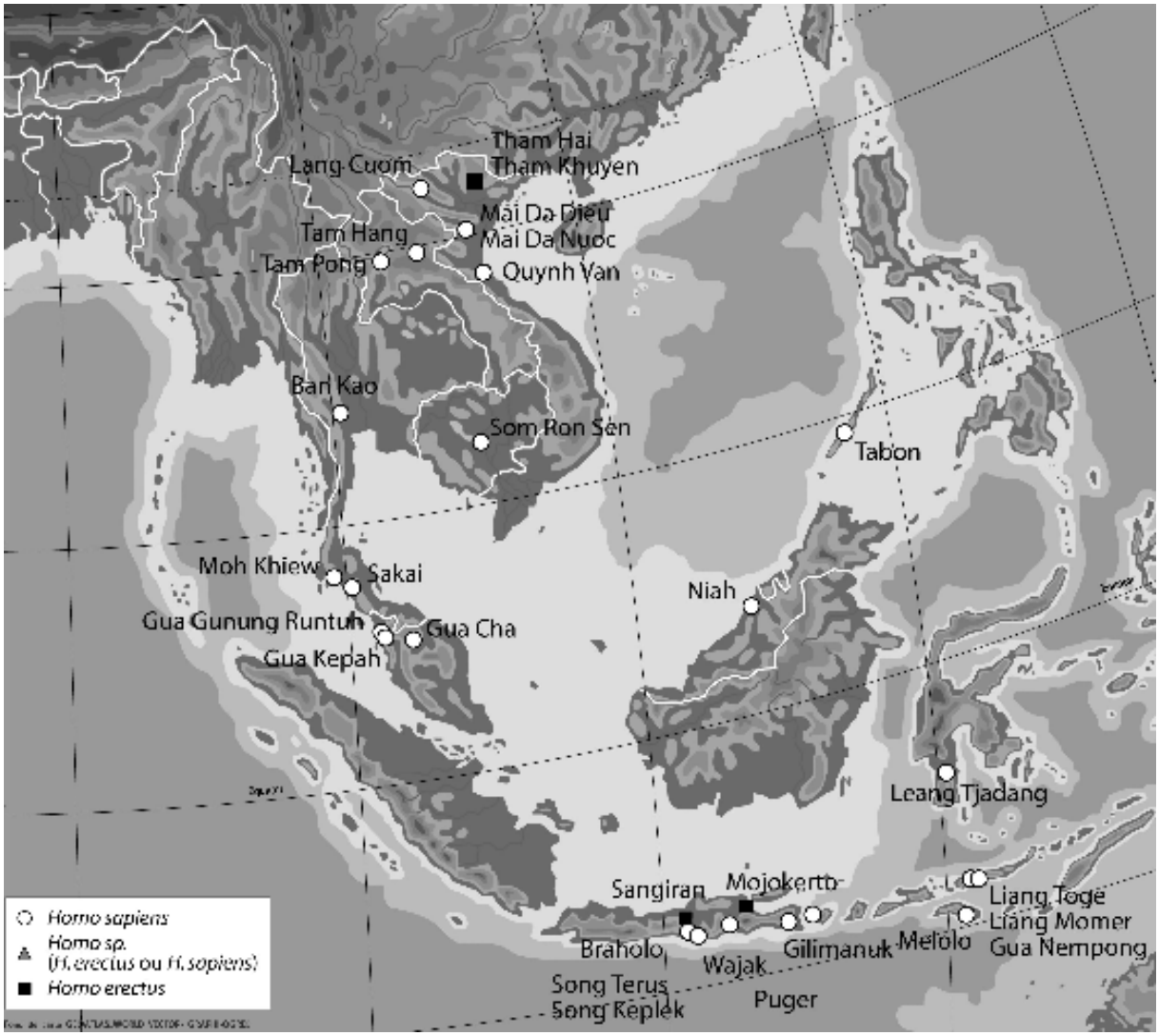
&

chronologie

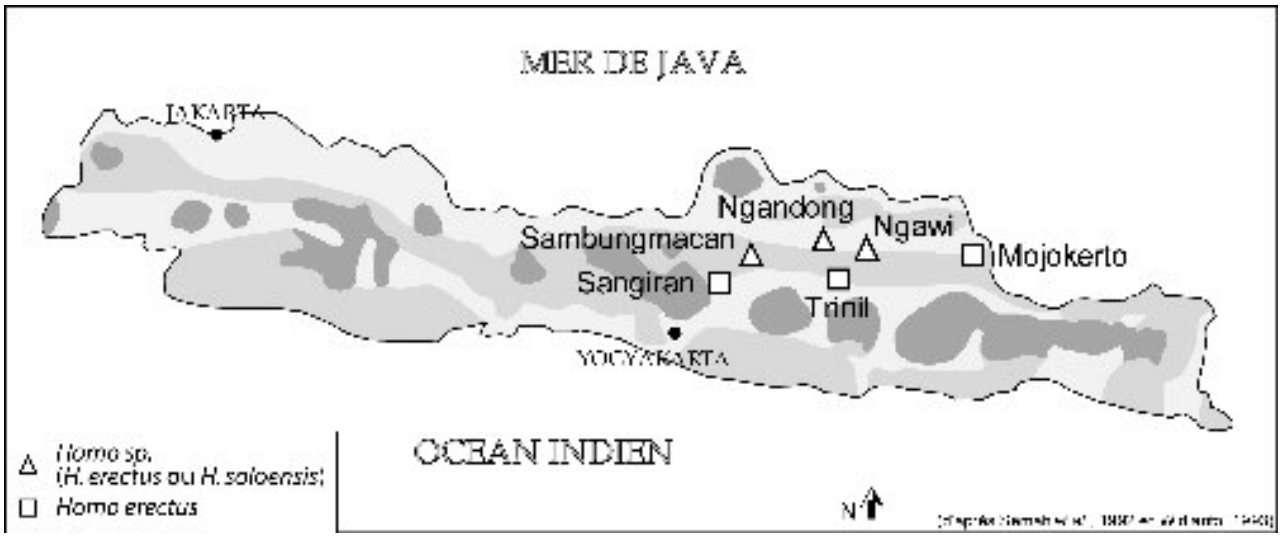
des hominidés fossiles analysés

(Asie du Sud-Est, Asie de l'Est et Australie)

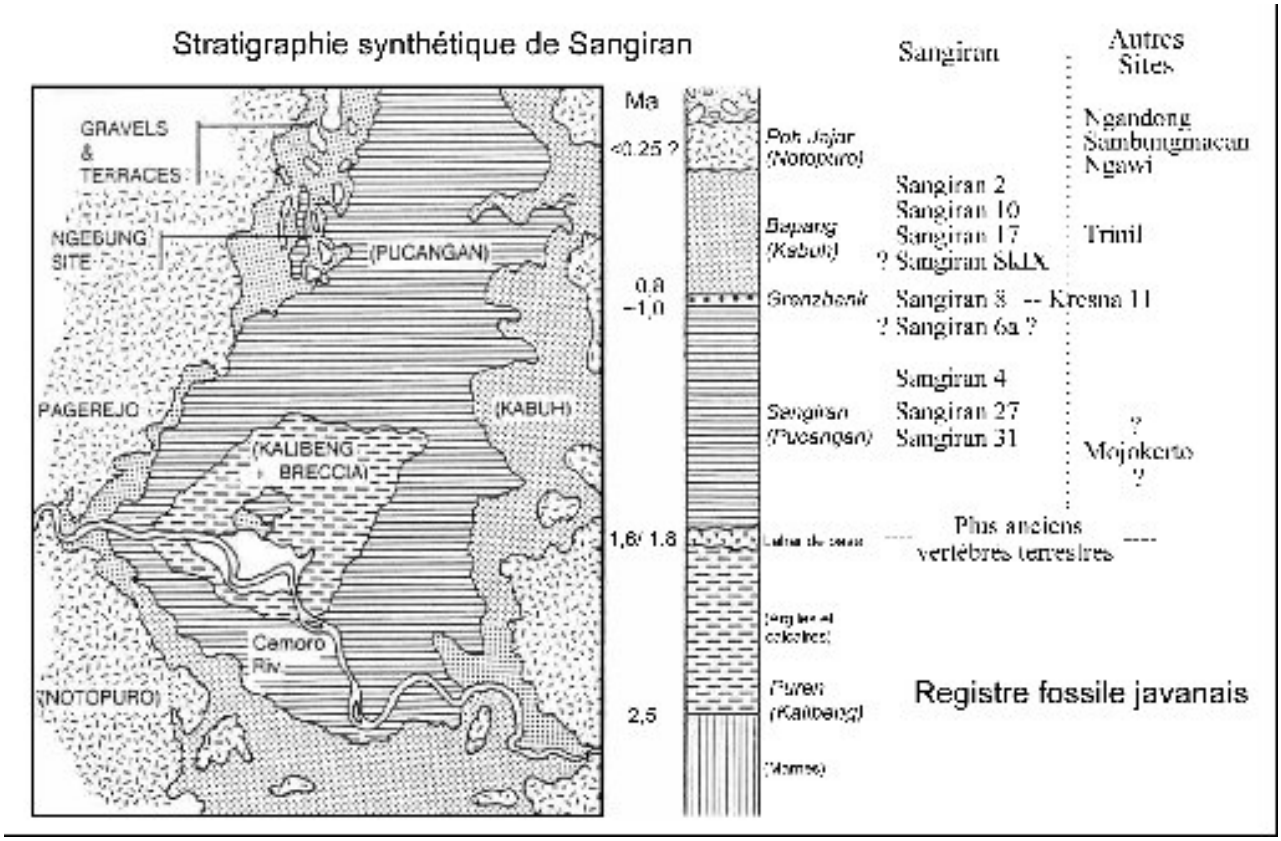
Asie du Sud-Est



Localisation des principaux sites archéologiques d'Asie du Sud-Est ayant livré des restes humains

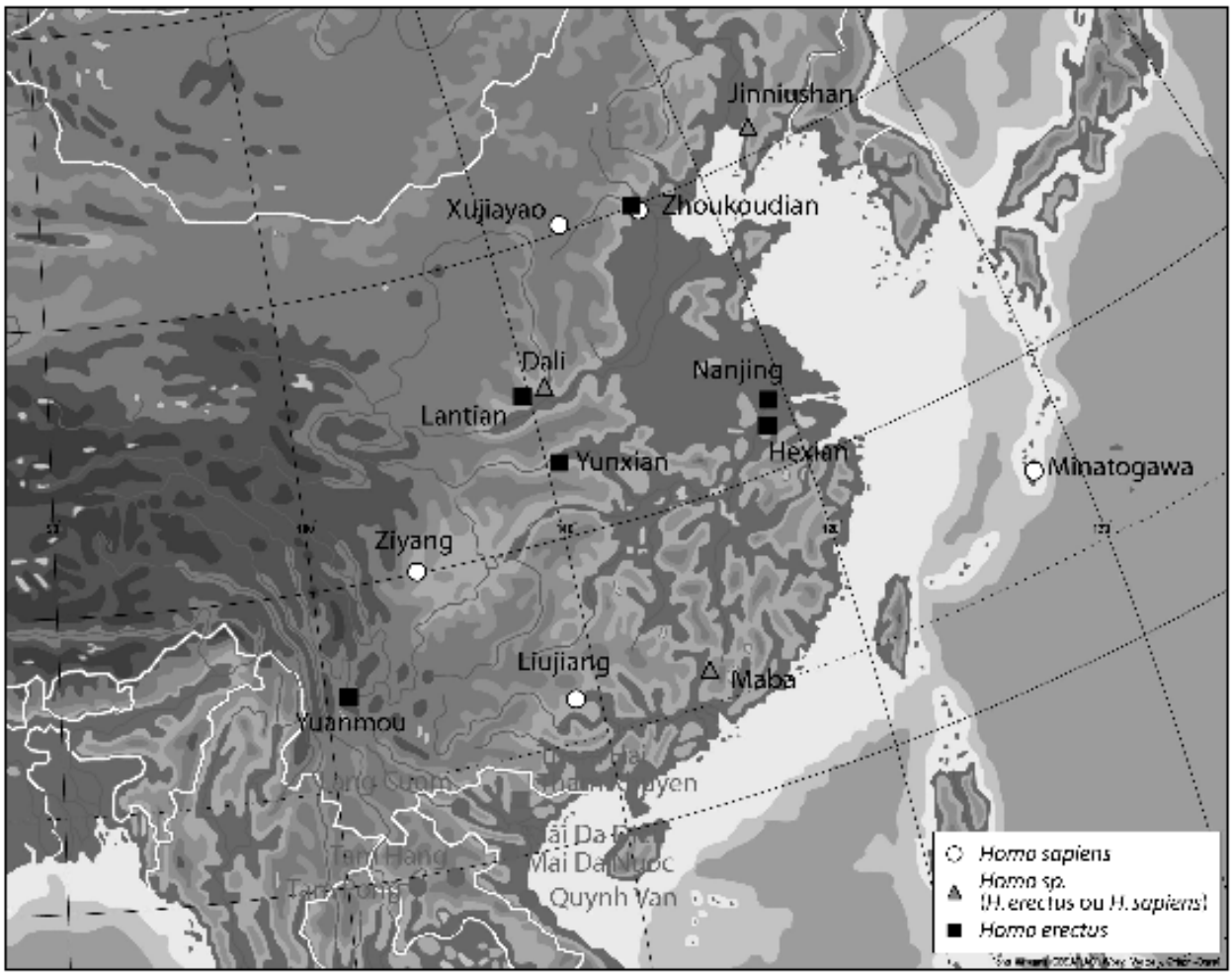


Localisation des principaux sites fossilifères de Java

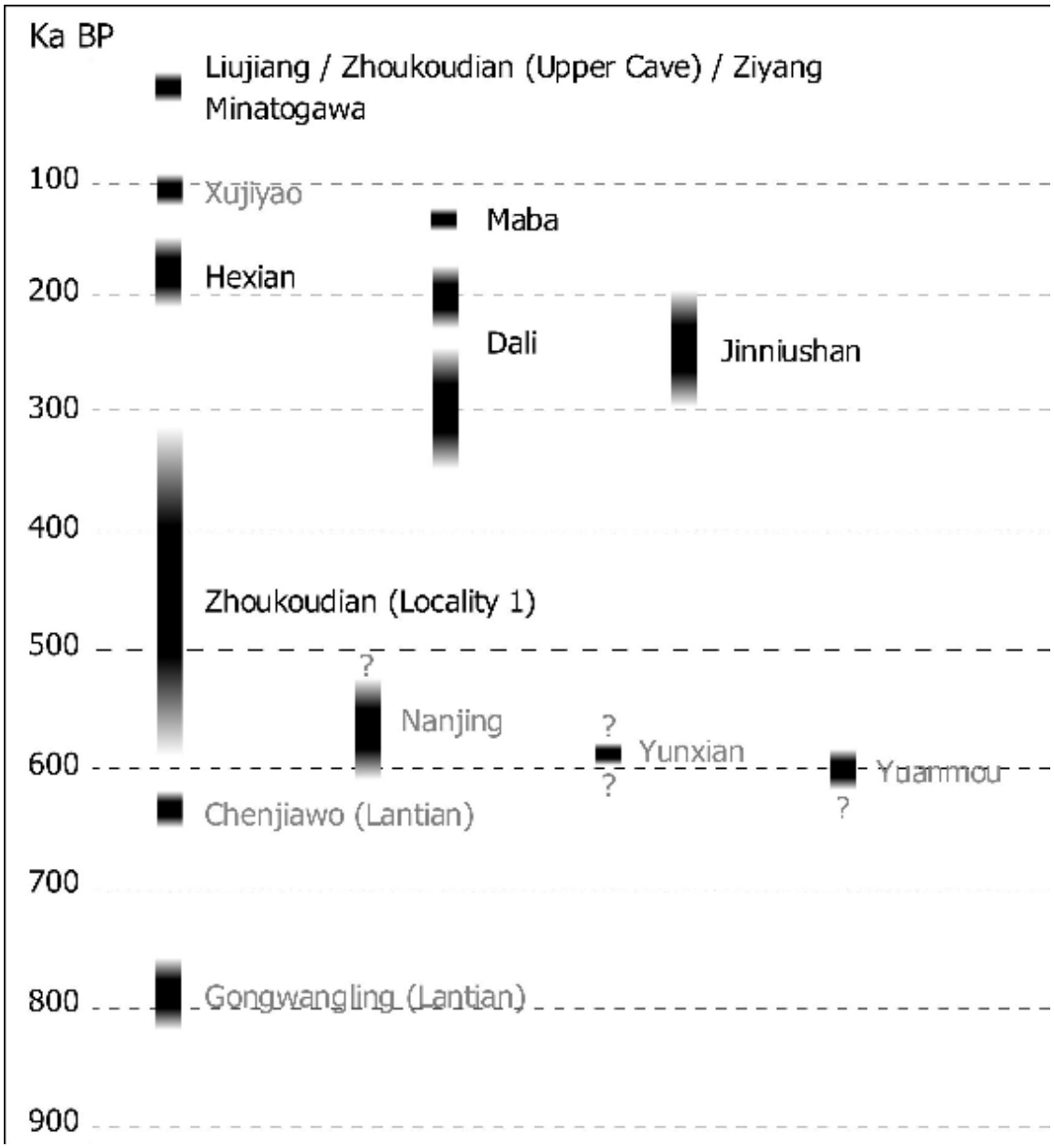


Stratigraphie synthétique du dôme de Sangiran : âges probables des limites des différentes formations sédimentaires et corrélation des principaux restes humains fossiles mis au jour à Sangiran et dans d'autres sites javanais (d'après Sémah F., 1986 ; Sémah F. *et al.*, 1992 ; Widianto, 1993 ; Sémah F. *et al.*, 2000 et Larick *et al.*, 2001)

Asie de l'Est

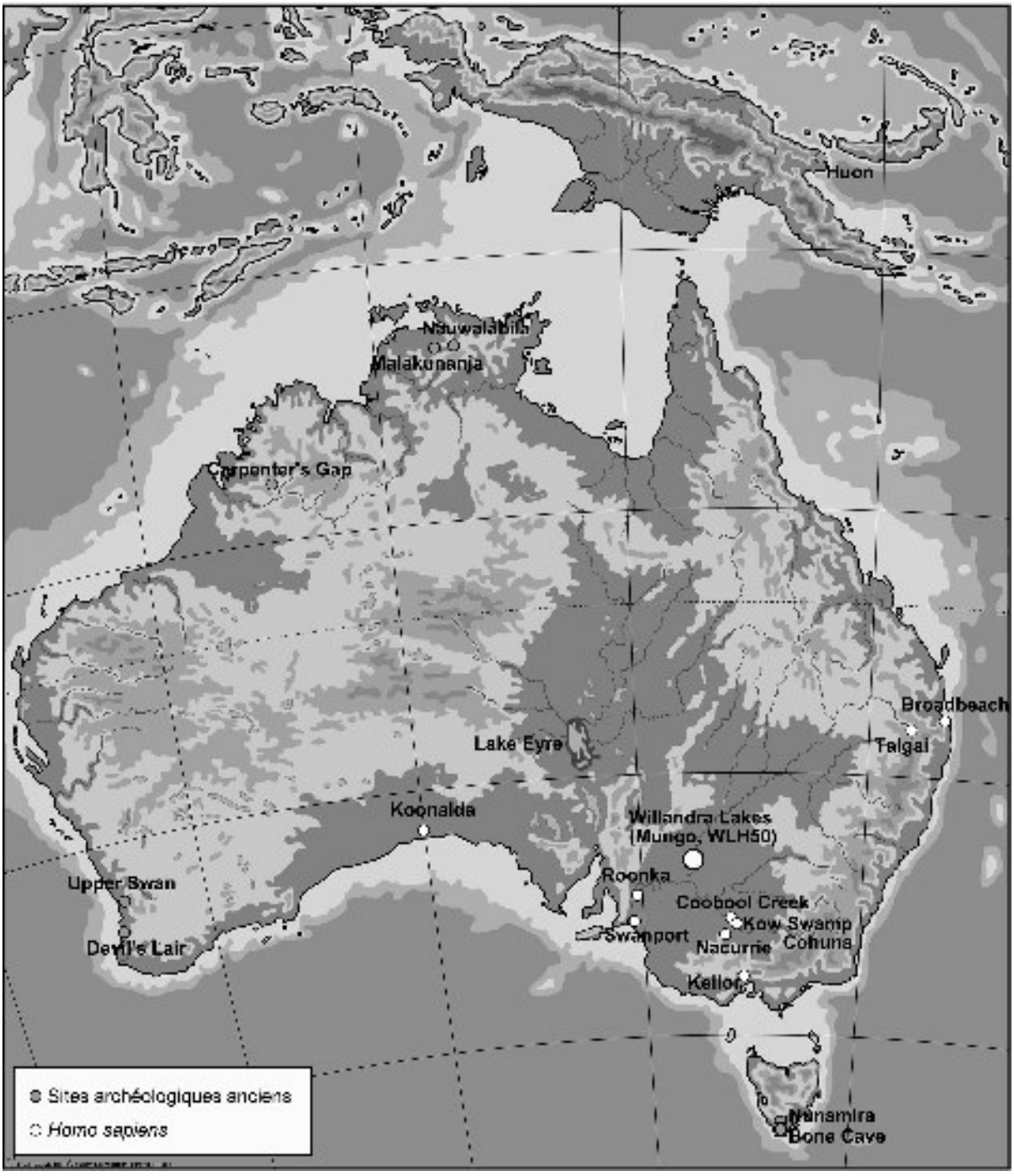


Localisation des principaux sites archéologiques d'Asie de l'Est ayant livré des restes humains



Chronologie synthétique des principaux fossiles est asiatiques (d'après Zhou *et al.*, 1982 ; Chen *et al.*, 1984 ; Wu & Poirier, 1995 ; Shen, 2001 ; Wang, 2001 et plus particulièrement pour Dali : Yin *et al.*, 2001 ; Hexian : Grün *et al.*, 1998 ; Jinniushan : Chen *et al.*, 1994 ; Nanjing : Chen *et al.*, 1996 ; Chen *et al.*, 1998 ; Zhoukoudian : Grün *et al.*, 1997 ; Shen *et al.*, 2001)

Australie



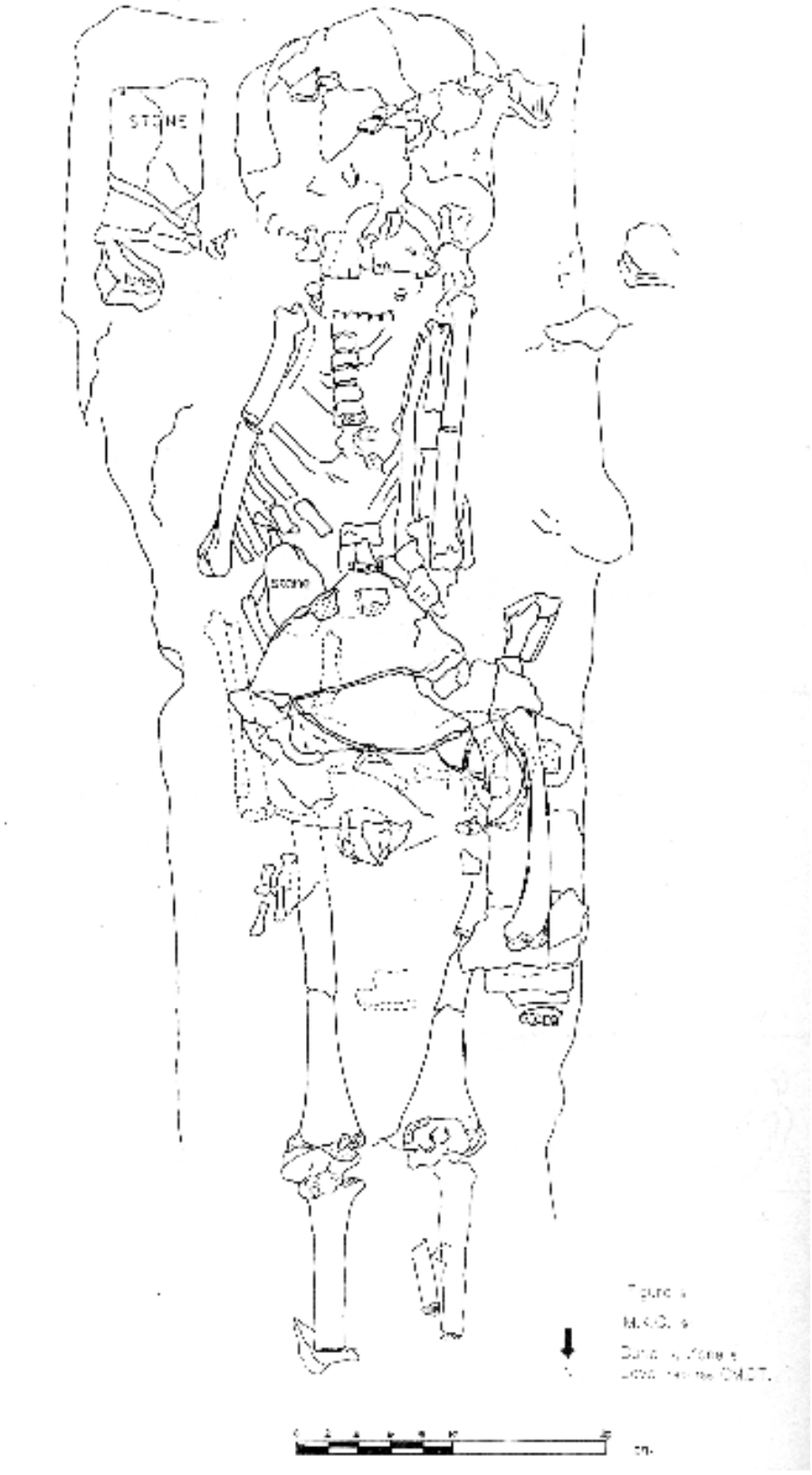
Localisation des principaux sites archéologiques d'Australie ayant livré des restes humains

ANNEXES

MOH KHIEW

Reconstruction du crâne de l'individu 1 de Moh Khiew

Relevé de la sépulture de l'individu 3 de Moh Khiew (juvénile)

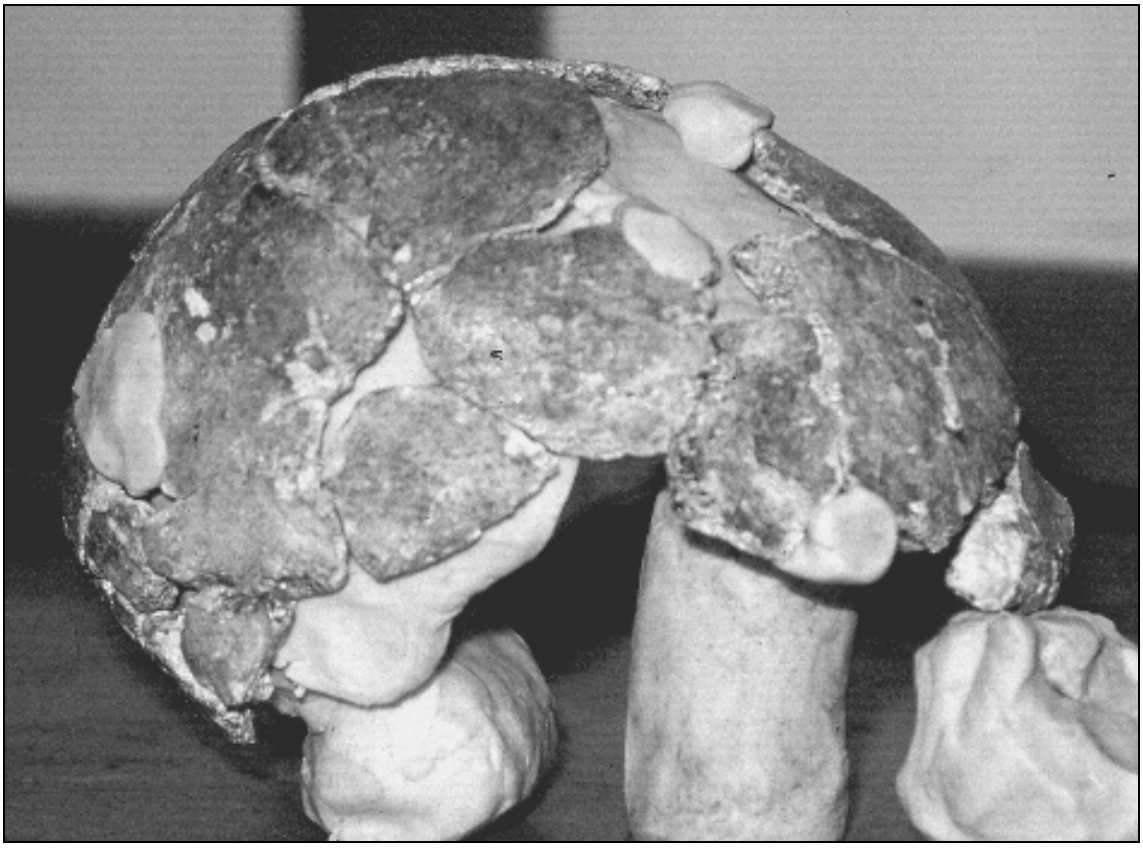


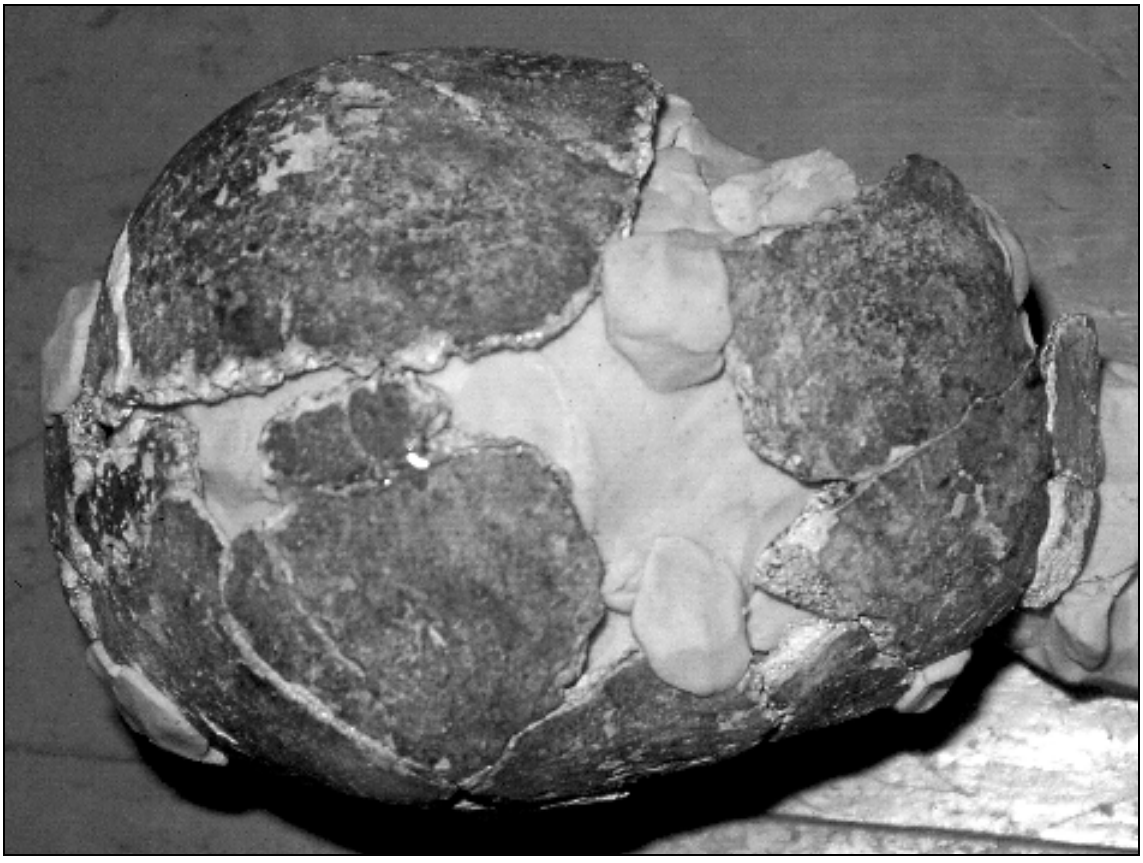
(Pookajorn *et al.*, 1994)

ANNEXES

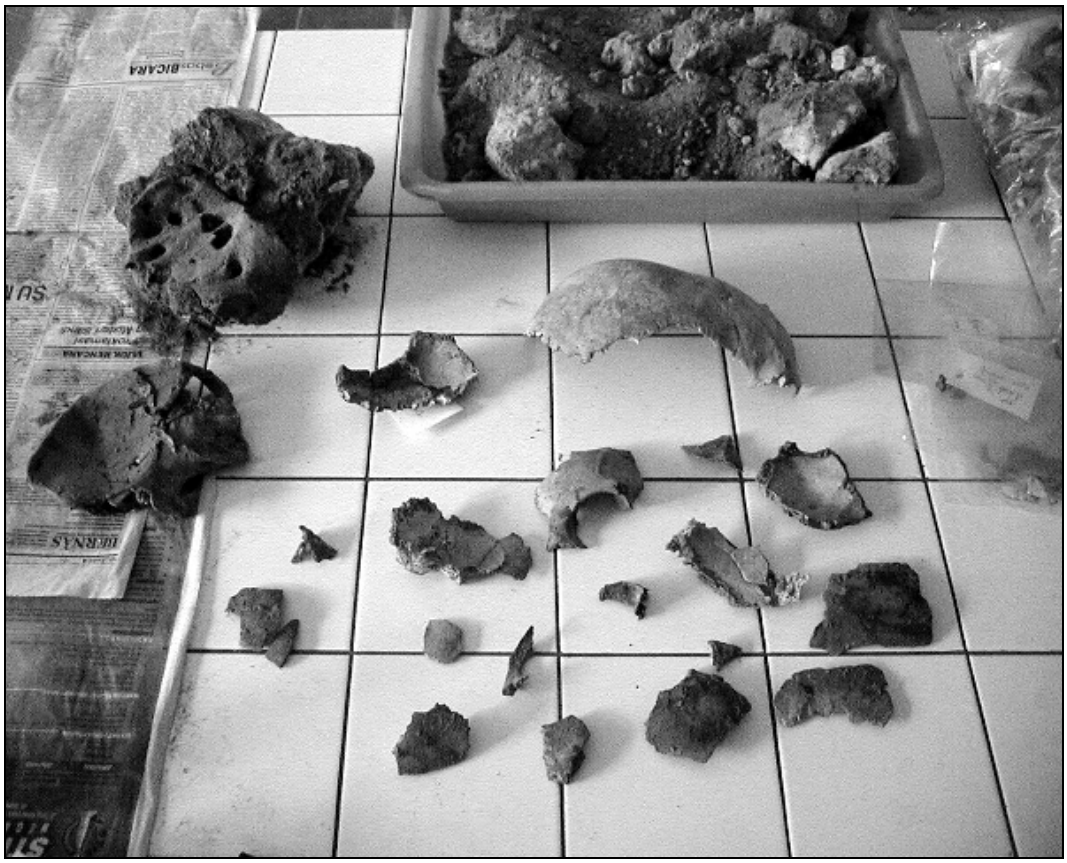
GOA BRAHOLO

Calotte crânienne de l'individu 1 de Goa Braholo





Reconstruction du crâne de l'individu 2 de Goa Braholo



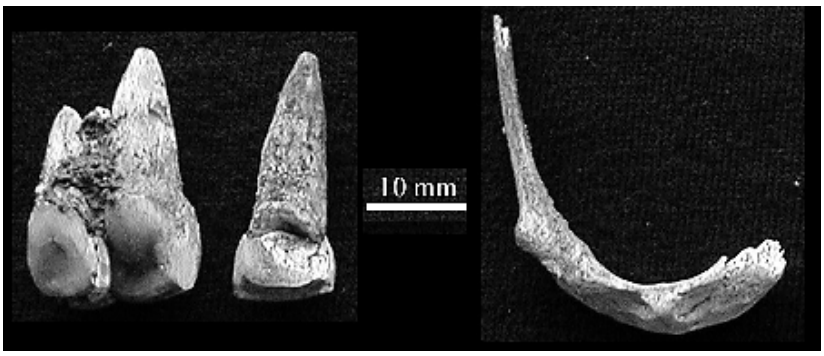
Individu 3 de Goa Braholo : squelette post-crânien

Humérus droit, humérus et ulna gauches (vue antérieure)

Epiphyses distale de tibia et proximale de fémur droits (vue postérieure)

Individu 5 de Goa Braholo

incisives supérieures et os hyoïde associés à la calotte crânienne et à la mandibule



Individu 6 de Goa Braholo : sépulture *in situ* et en laboratoire

ANNEXES

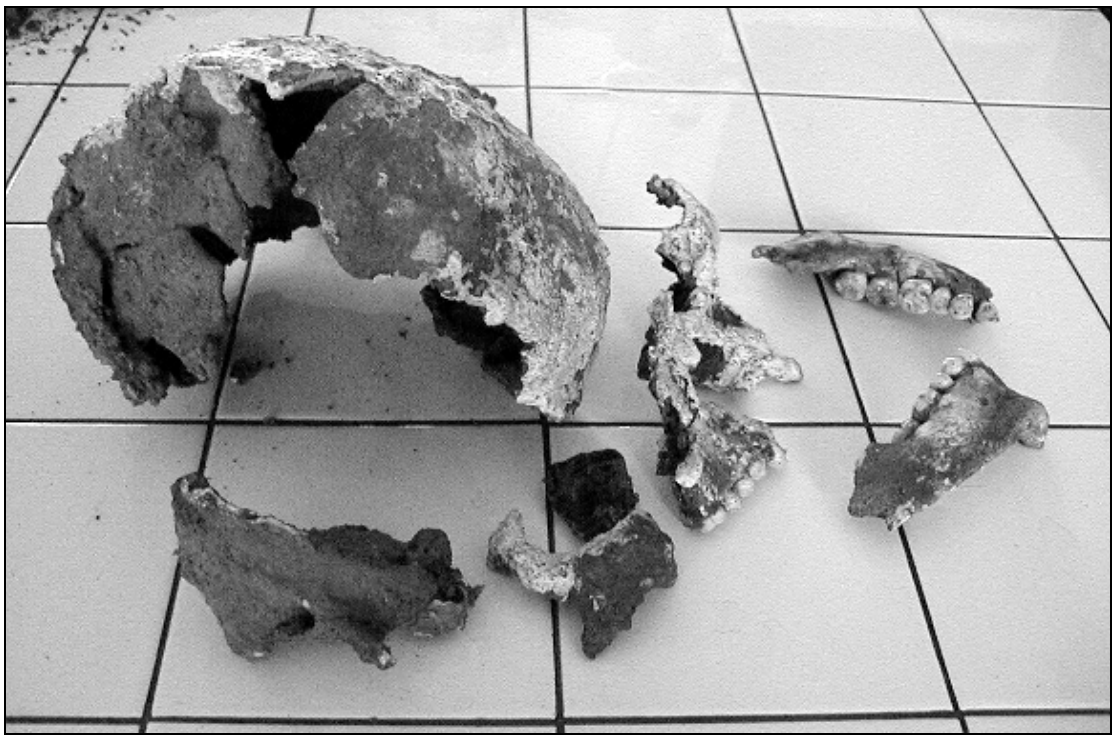
SONG KEPLEK

Calotte crânienne de l'individu 3 de Song Keplek (juvénile)

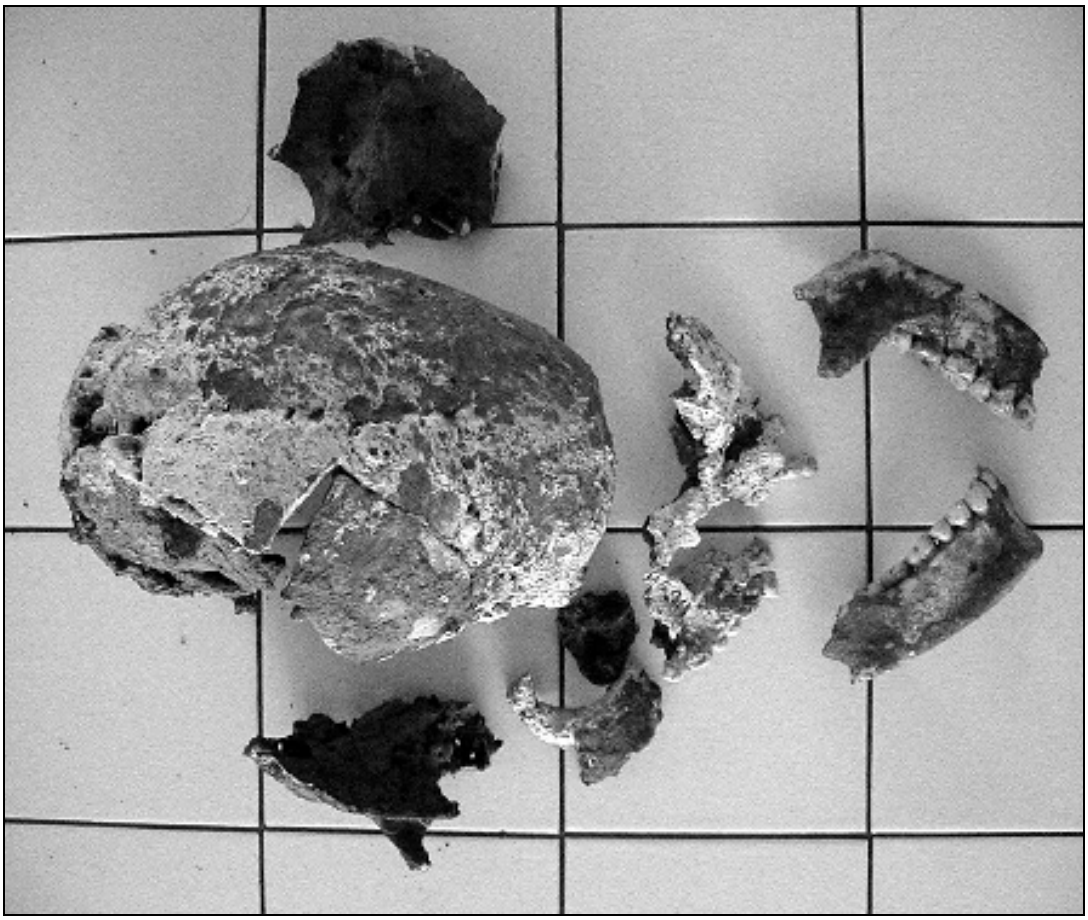
Vue supérieure

Vue endocrânienne

Reconstruction du crâne de l'individu 4 de Song Keplek



Fragments en cours de restauration



Crâne de Song Keplek 4 après restauration

Individu 5 de Song Keplek

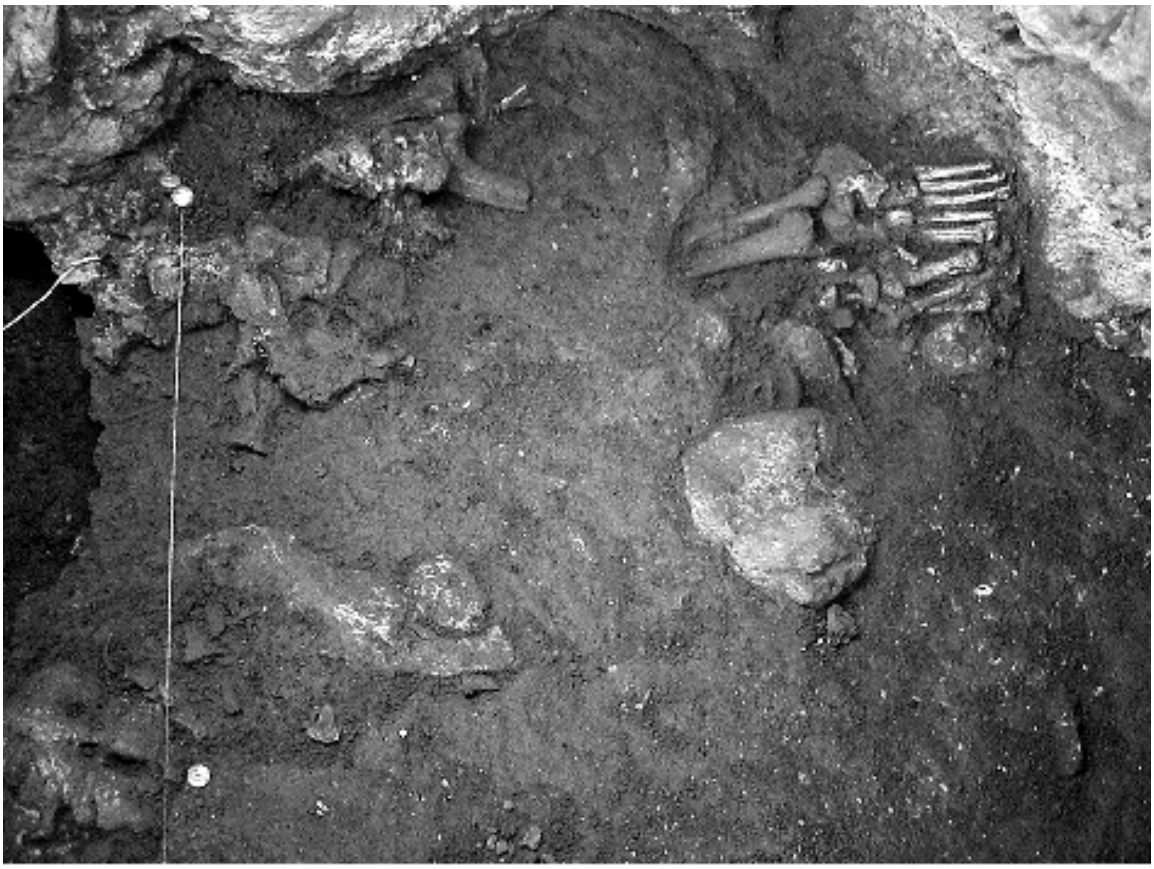
Vue latérale de la partie supérieure de la sépulture de l'individu 5 de Song Keplek *in situ* montrant la sur-élevation de la tête par rapport au corps

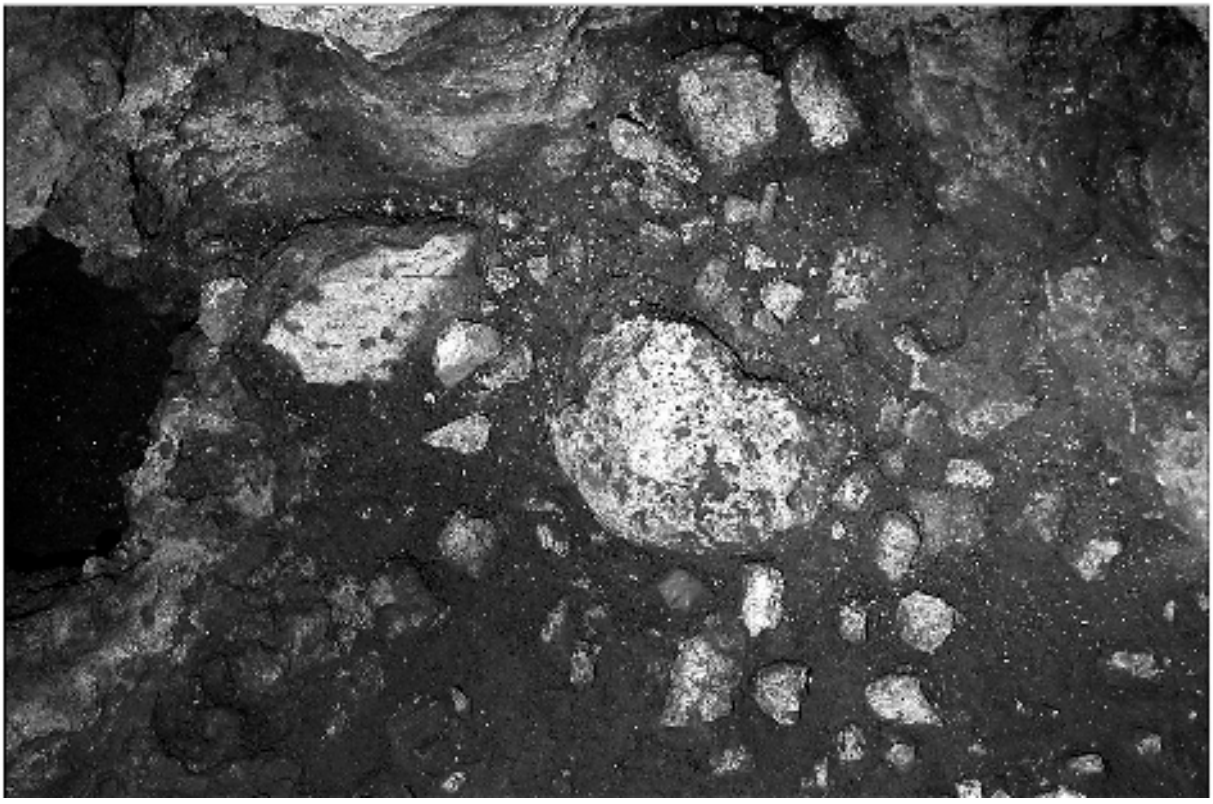
Vue de détail de l'individu 5 de Song Keplek *in situ* montrant les dents supérieures manquantes (remarquer l'usure moindre des dents inférieures en vis-à-vis)

ANNEXES

SONG TERUS

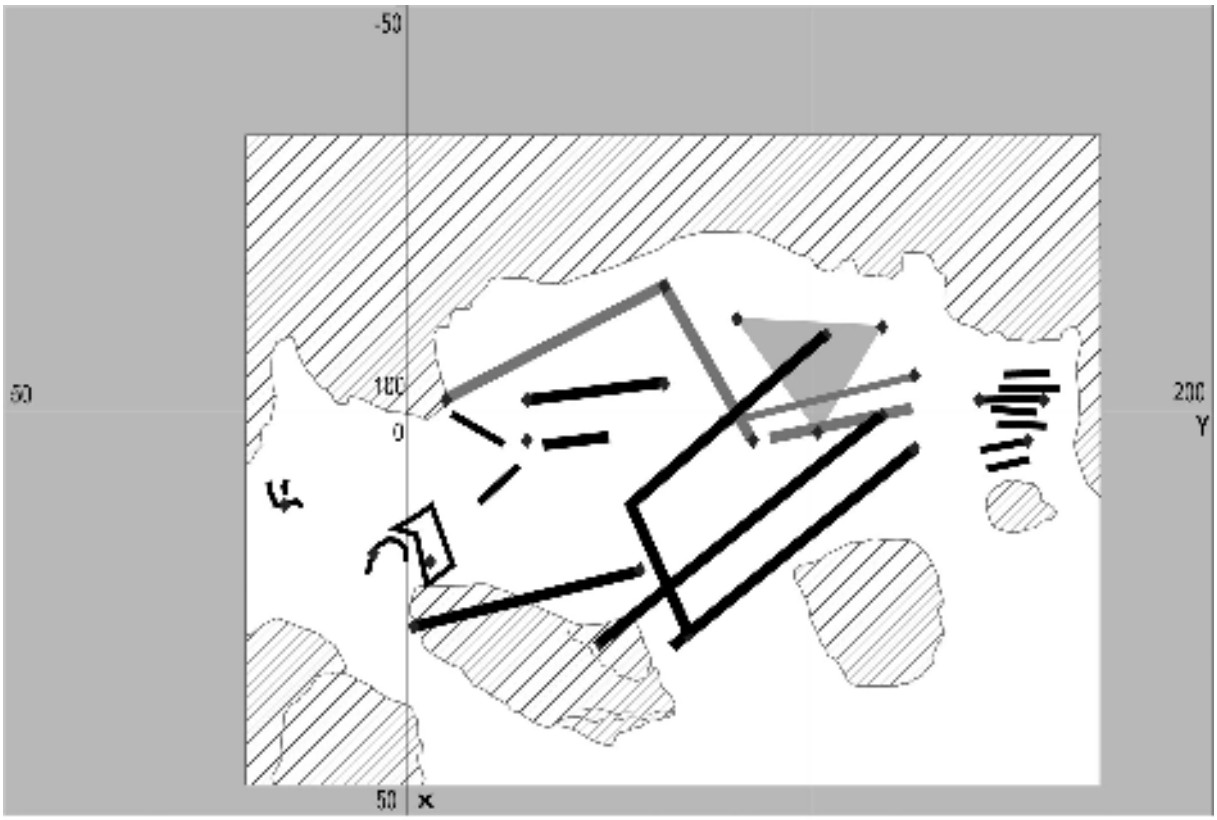
Sépulture de Song Terus : séquence de fouille

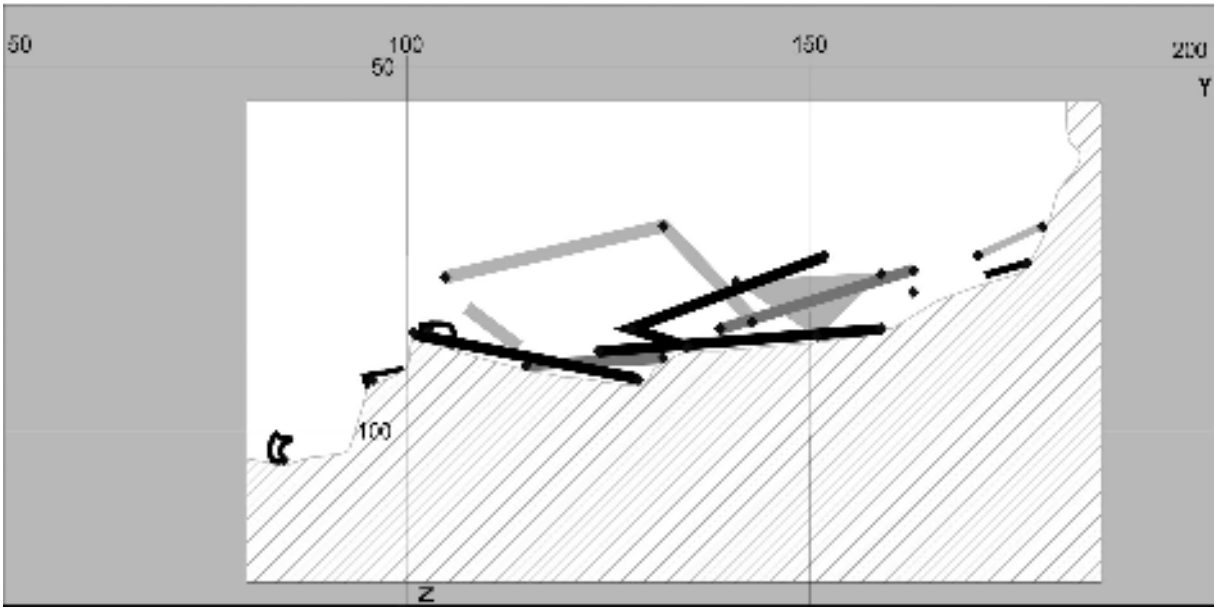




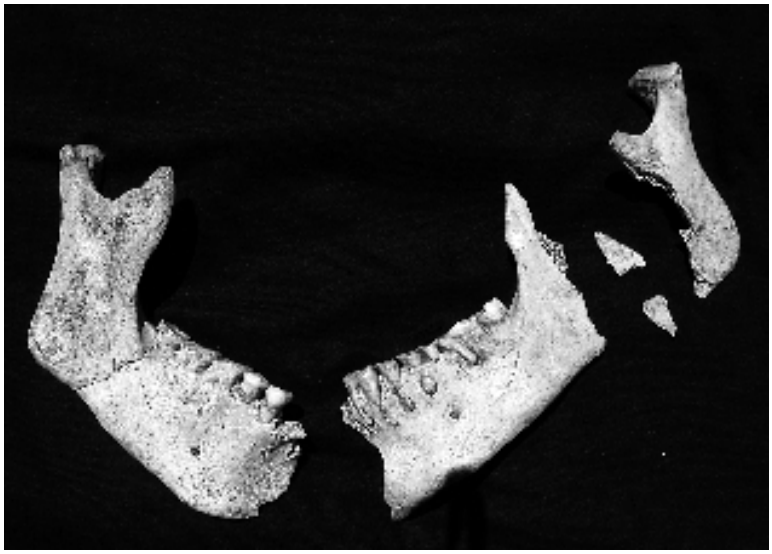
Coordonnées des ossement humains en sépulture,

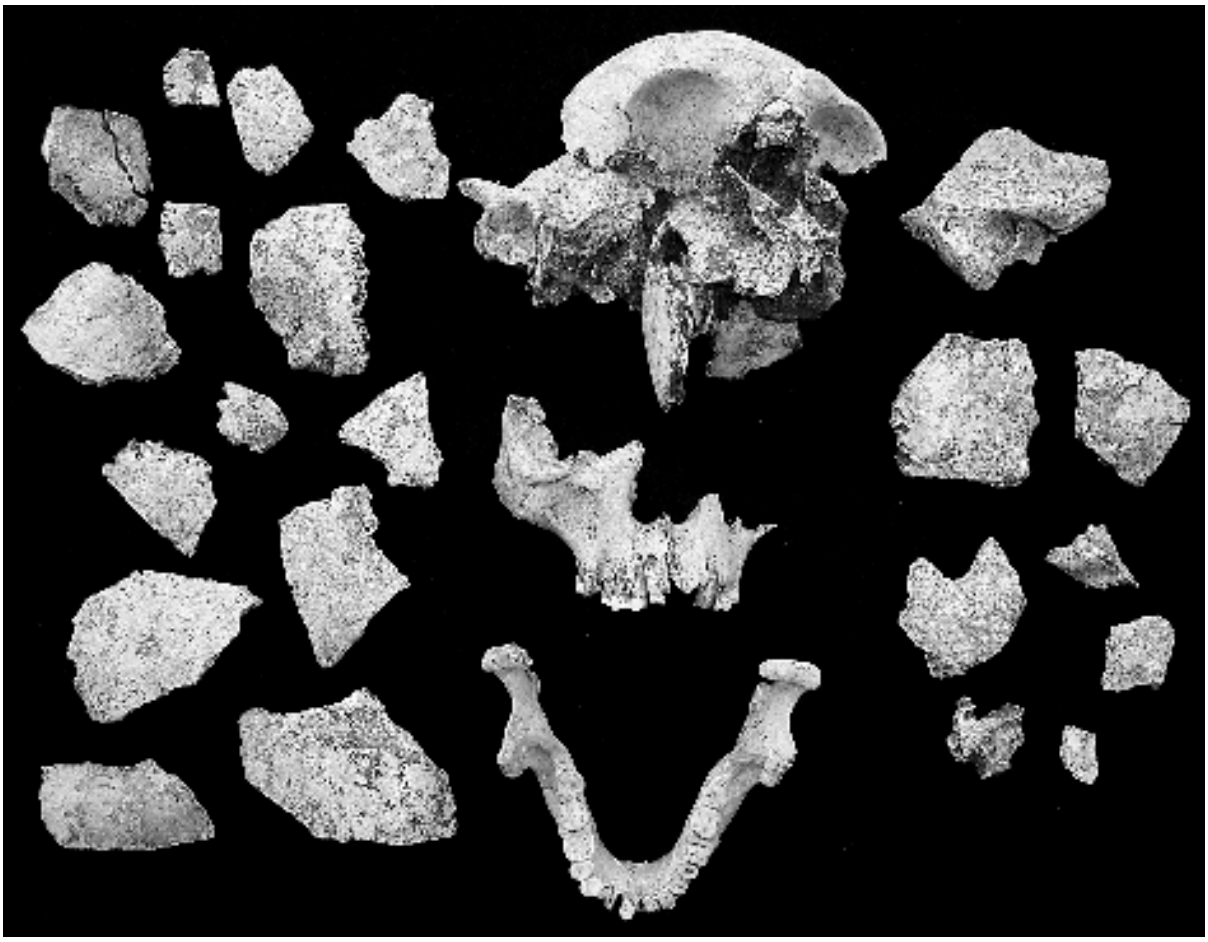
vue supérieure et « en coupe »





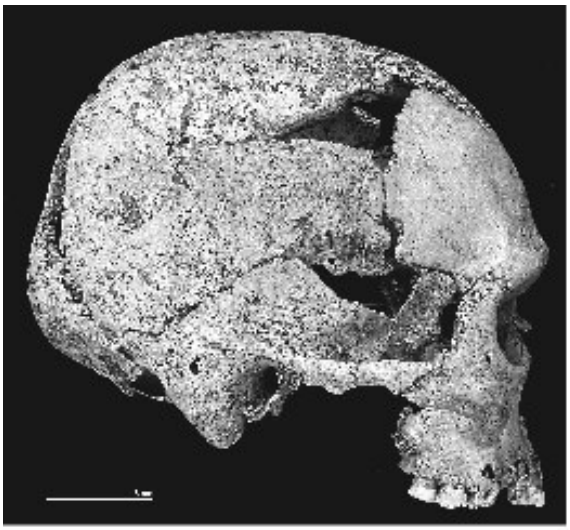
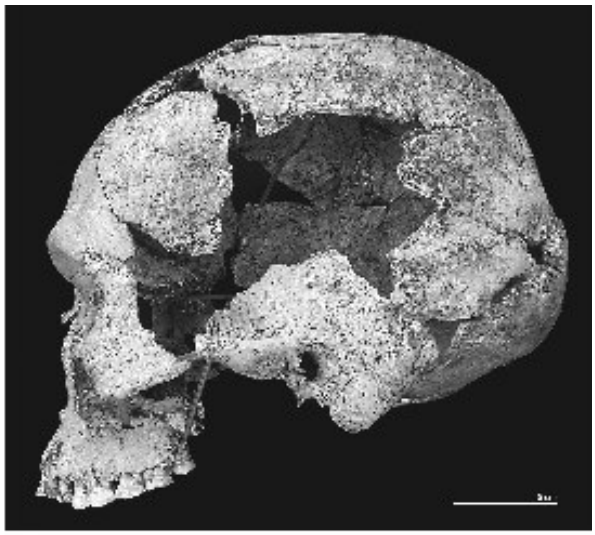
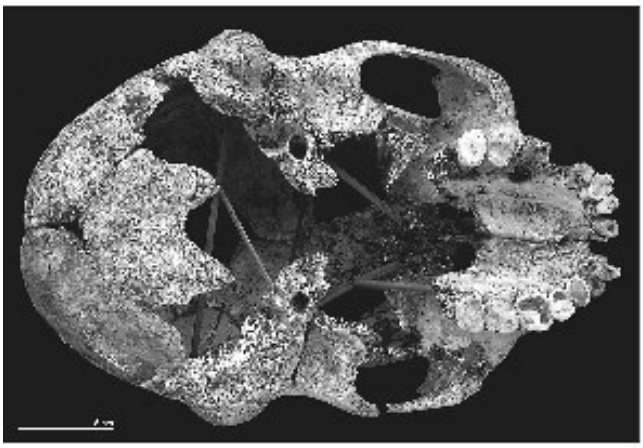
Restes cranio-dentaires de l'individu 1
de Song Terus en cours de restauration

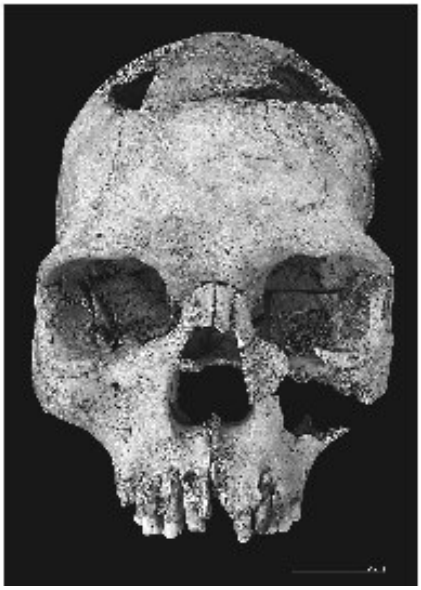


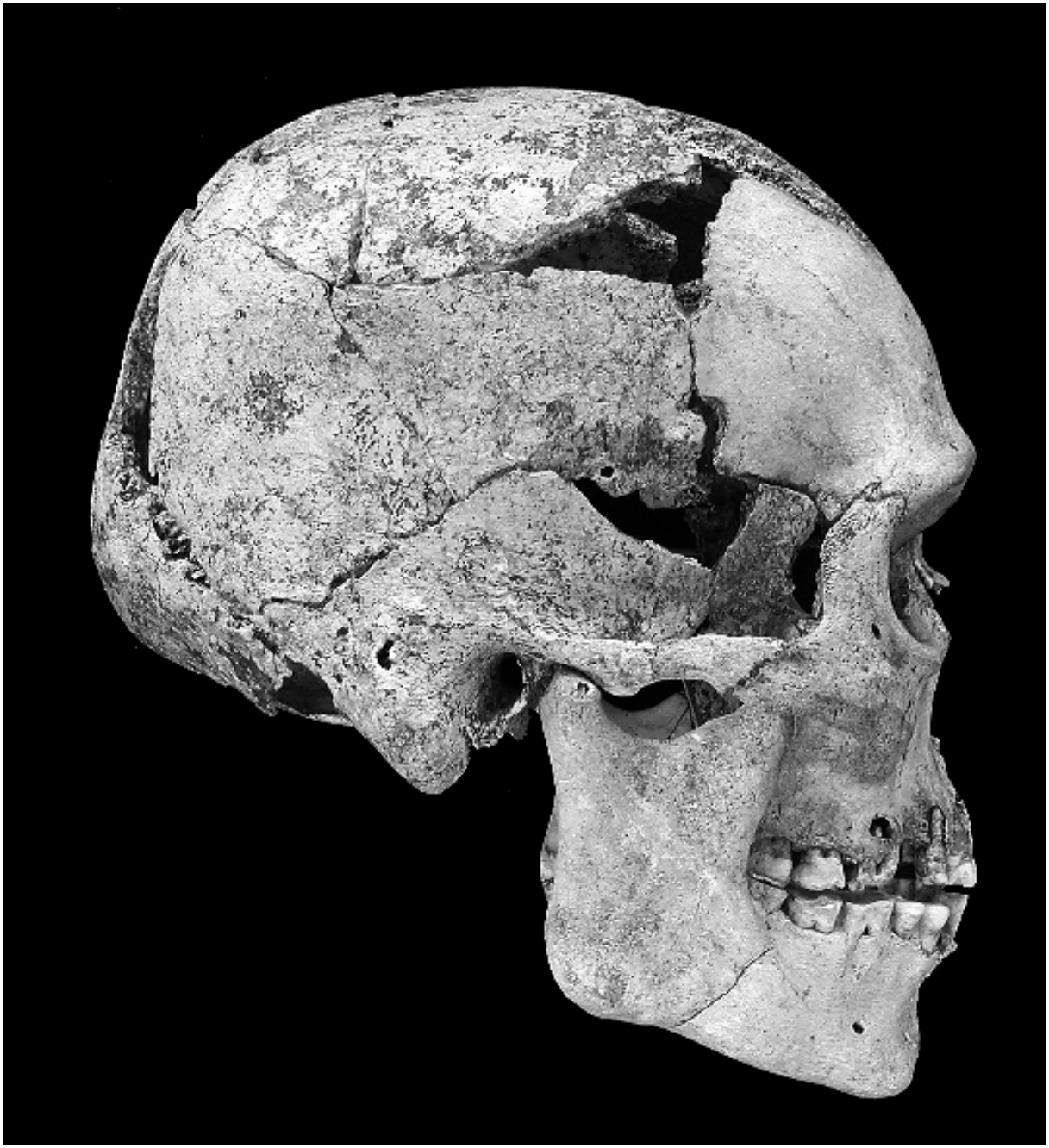


Mandibule de l'individu 1 de Song Terus

Crâne de l'individu 1 de Song Terus





crâne et mandibule de l'individu 1 de Song Terus après reconstruction (août 2002)

Origine et évolution des *Homo sapiens* en Asie du Sud-Est : descriptions et analyses morphométriques de nouveaux fossiles

Résumé : L'Asie du Sud-Est, véritable mosaïque de terres et de mers, est depuis plus d'un siècle une région privilégiée pour l'étude des hominidés fossiles. Bien que située en marge du berceau africain des origines anciennes de l'homme, l'Asie du Sud-Est constitue le cadre géographique de plusieurs problématiques paléoanthropologiques parmi lesquelles les origines des *Homo sapiens* anatomiquement modernes et l'identité des auteurs des premières navigations puis de la conquête des îles lointaines du Pacifique. Les hiatus chronologiques dont souffre le registre fossile et les incertitudes entourant certaines découvertes anciennes sont en grande partie responsables de ces nombreux débats. La mise au jour récente, lors de fouilles systématiques, de plusieurs *Homo sapiens* fossiles en contextes stratigraphique et culturel bien connus et la reprise de travaux de recherche sur certaines découvertes anciennes comblent en partie ces lacunes.

En ce qui concerne l'origine de ces populations, l'application des analyses Procrustes à l'étude de l'évolution de la calotte crânienne et de ces différentes parties anatomiques permet de distinguer les hominidés indonésiens de la série de Ngandong-Ngawi-Sambungamcan, clairement à l'écart de la lignée menant aux premiers *Homo sapiens* anatomiquement modernes, des hominidés chinois du Pléistocène moyen (Dali, Jinniushan, Maba) très proches de leurs équivalents chronologiques africains. Si à ce stade de nos connaissances, une certaine continuité évolutive en Chine ne peut être exclue, aucun argument morphométrique ne vient à l'appui d'une filiation entre les derniers *Homo erectus* indonésiens et les premiers *Homo sapiens* d'Indonésie et d'Australie.

La description morphologique et métrique des nouveaux restes fossiles cranio-dentaires sud-est asiatiques entreprise dans ce travail, complétée par la comparaison des sépultures, permet de mettre en évidence une très large variabilité de ces hommes à la fin du Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène, tant du point de vue morphologique que des pratiques funéraires. Pendant cette période, tous les modes funéraires sont représentés (sépultures primaires fléchies et étendues, secondaires, crémations) et ce, sans évolution chronologique nette, à la différence d'une hypothèse admise depuis longtemps (sépultures en position fléchie puis étendue).

Depuis la fin du Pléistocène supérieur, l'Asie du Sud-Est semble donc se présenter comme une véritable zone d'hybridation de populations humaines entre l'Asie de l'Est, ouverte aux migrations depuis l'ouest, et l'Australie, nécessairement plus isolée.

Mots-clés : *Homo sapiens, Homo erectus*, sépulture, analyse Procrustes, Pléistocène supérieur, Holocène, Indonésie, Thaïlande, Philippines

Origin and evolution of Southeast Asian *Homo sapiens*: descriptions and morphometrical analysis of new fossils.

Abstract: Southeast Asia is an actual mosaic of lands and seas, considered for more than a century as a privileged place for the study of fossil hominids. Despite being aside from the African cradle of the oldest human origins, Southeast Asia is the theatre of many current palaeoanthropological debates: the origins of anatomically modern *Homo sapiens*, the morphological identity of the first navigators and then of the first colonizers of the islands of remote Oceania. Chronological gaps in the fossil record and the many uncertainties (stratigraphical and cultural) surrounding old discoveries are mainly responsible for those debates. Recently discovered fossil *Homo sapiens* during systematic excavations and exhaustive reassessment of oldest discoveries (such as the Tabon human remains) aim at filling some of these gaps.

Concerning the origins of these populations, Procrustes analysis applied to the skullcap, or more limited anatomical parts, allowed us to make a clear distinction between Indonesian hominids from the Ngandong-Ngawi-Sambungmacan series and Chinese hominids dating from the Middle Pleistocene (Dali, Jinniushan, Maba). From a morphometrical point of view, the former group is clearly outside the evolutionary trend towards the first anatomically modern *Homo sapiens*, whereas the latter is very close to his African counterpart (Middle and early Upper Pleistocene African archaic *Homo sapiens*). While it seems impossible at the moment to exclude the hypothesis of a local Chinese evolutionary continuity, there is no morphometrical argument to support a direct link between the last Indonesian *Homo erectus* and the first Indonesian and Australian *Homo sapiens*.

Morphological and metrical descriptions of new Southeast Asian cranio-dental remains proposed in this thesis in comparison with associated burial customs indicate a very large morphological and cultural (funerary) variability since the late Upper Pleistocene and early Holocene. During this time period, all the main burial customs (flexed and stretched primary burials, secondary burials, cremations) are documented. Over the studied area, there are no clear chronological trends in burial practices, in opposition to a cultural hypothesis accepted by most for a long time in Southeast Asia ("flexed then stretched burial positions").

Since the end of the Upper Pleistocene, Southeast Asia seems to be an actual hybridisation area for human populations, between East Asia (open to migrations from the west) and more geographically isolated Australia.

Keywords: *Homo sapiens, Homo erectus*, burial, Procrustes analysis, Upper Pleistocene, Holocene, Indonesia, Thailand, Philippines